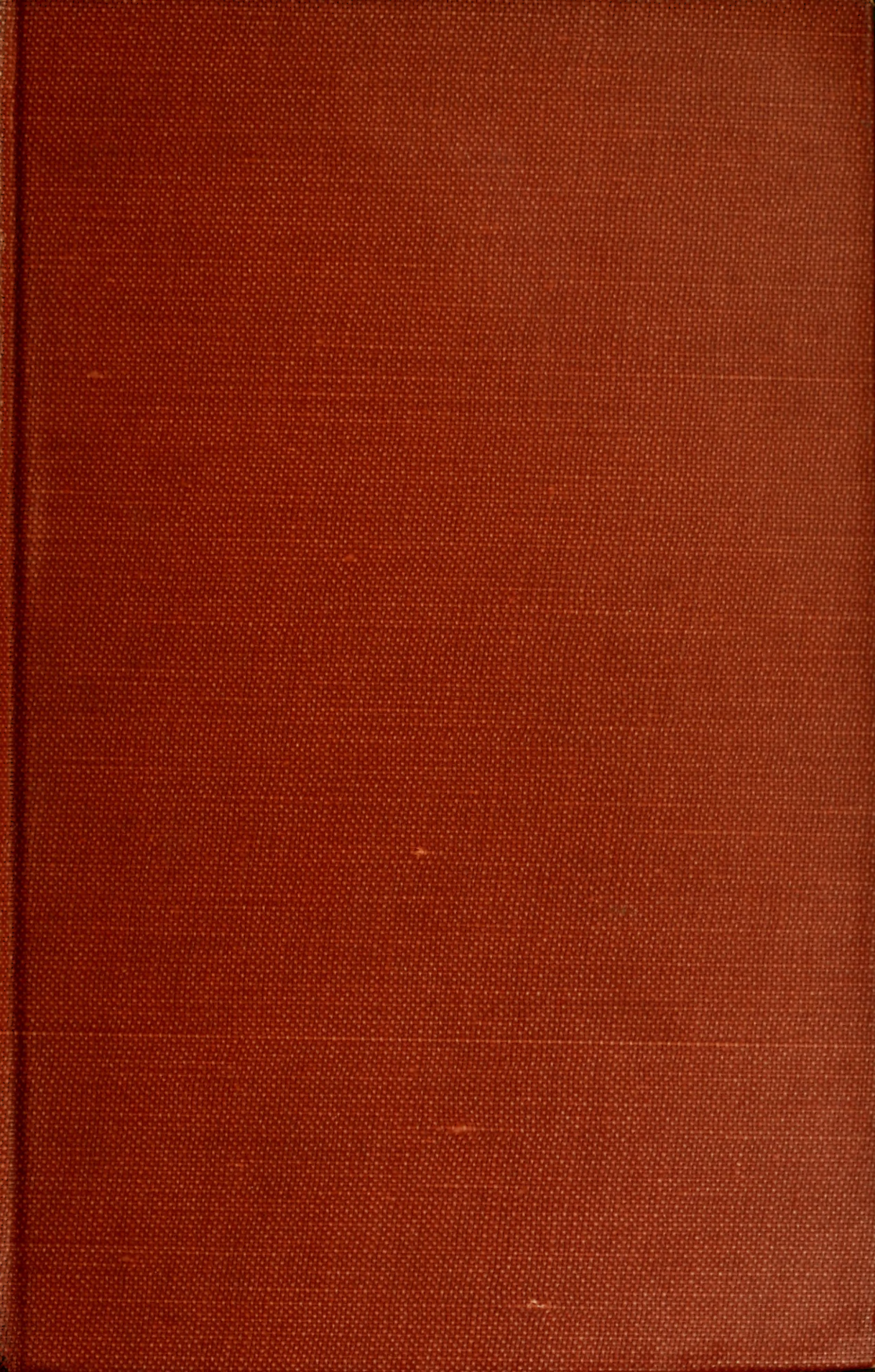
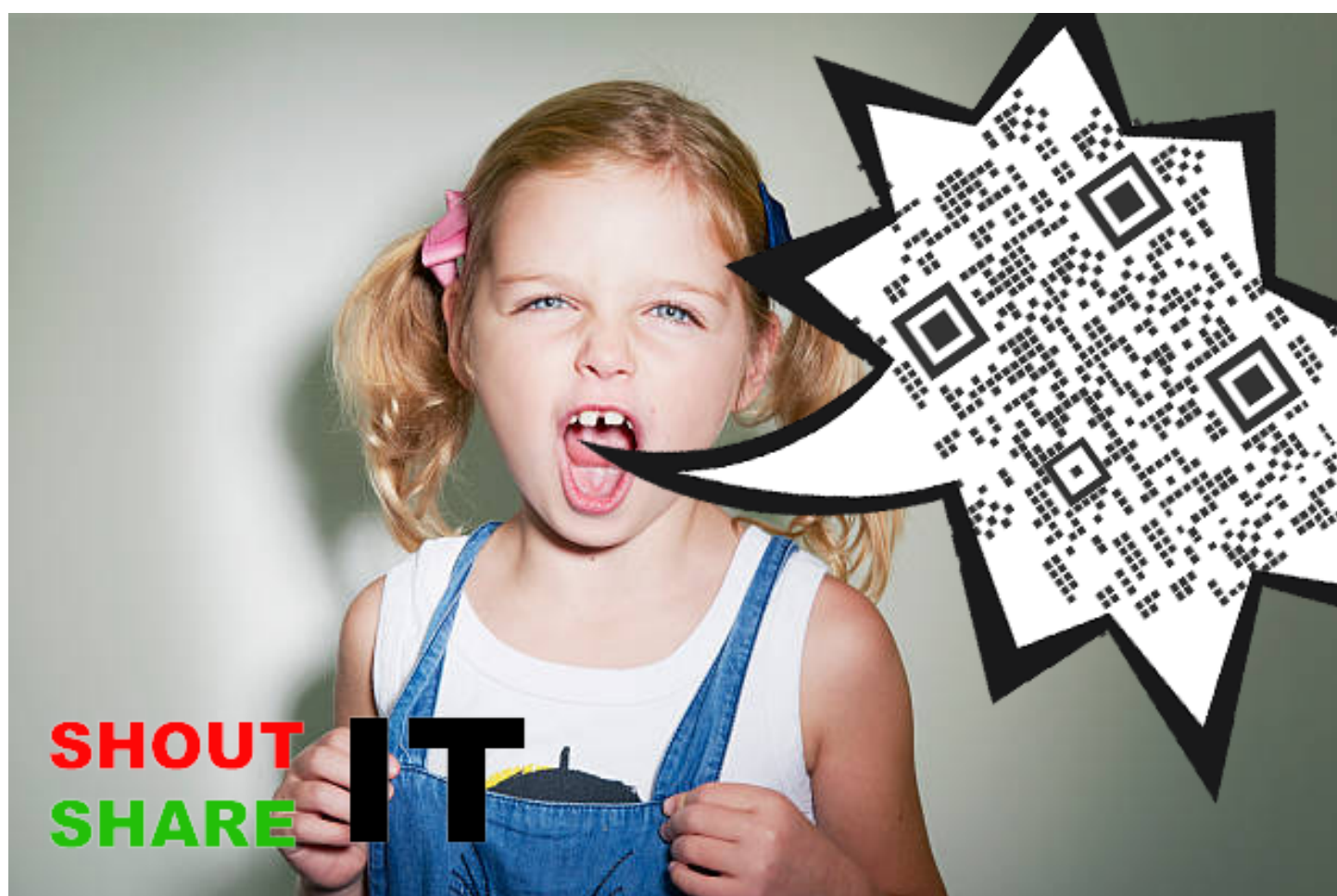






SHOUT
SHARE **IT**

B 8420

BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE,

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

Professeur à la Sorbonne (Faculté des Sciences).



LONDRES,

DULAU & C^o,
Soho - Square, 37.

PARIS,

Georges CARRE, Rue Racine, 3;
et
Paul KLINCKSIECK, Rue des Écoles, 53.

BERLIN,

FRIEDLÄNDER & SOHN
N.-W., Carlstrasse, 11.

F632(6)
1

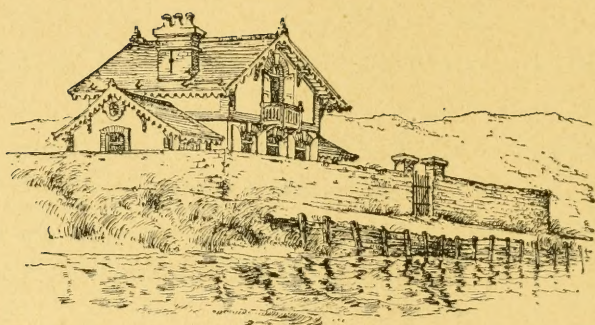
1272



TABLE.

	Pages.
BORDAS (L.) — Les tubes de Malpighi des Hyménoptères. (<i>Planches X-XII</i>)	402
BRUCKER (A.) — Croissance et différenciation. (<i>5 figures dans le texte</i>)	395
HUXLEY (Th. H.) et PELSENEER. — Observations sur <i>Spirula</i> . (<i>22 fig. dans le texte et Planches I-VI</i>)...	1
LE DANTEC (F.) — Études biologiques comparatives sur les Rhizopodes lobés et réticulés d'eau douce. (<i>10 fig. dans le texte</i>)	56
PELSENEER (P.) — (<i>Voir HUXLEY</i>).	
SCHÆNLEIN (C.) et WILLEM (V.) — Observations sur la circulation du sang chez quelques poissons (<i>16 fig. dans le texte</i>).....	442
THÉLOHAN (P.) — Recherches sur les Myxosporidies (<i>6 fig. dans le texte et Planches VII-IX</i>).....	100
WILLEM (V.) — (<i>Voir SCHÆNLEIN</i>).	

Les divers mémoires qui constituent le tome XXVI du *Bulletin scientifique* ont été reçus par la Rédaction à la date indiquée à la fin de chacun d'eux et le volume complet est sorti des presses le 29 Août 1895.



BULLETIN SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

TOME XXVI.

Quatrième Série. — Cinquième Volume.

1894.



OBSERVATIONS SUR *SPIRULA*

PAR

TH. H. HUXLEY ET PAUL PELSENEER.

(Planches I-VI).

SOMMAIRE.

INTRODUCTION	p.	2
I. CONFORMATION EXTÉRIEURE et TÉGUMENTS	p.	6
1. <i>Tête</i>	p.	6
2. <i>Bras</i>	p.	7
3. <i>Entonnoir, muscles et cartilages</i>	p.	8
4. <i>Manteau</i>	p.	9
1° <i>Enveloppe palléale</i>	p.	9
2° <i>Disque terminal</i>	p.	13
A. <i>Nageoires</i>	p.	14
B. <i>Fossette aborale</i>	p.	16
3° <i>Coquille</i>	p.	18
1° <i>Carène palléale</i>	p.	21
II. SYSTÈME NERVEUX	p.	22
III. SYSTÈME DIGESTIF	p.	29
IV. SYSTÈME CIRCULATOIRE	p.	33
V. SYSTÈME EXCRÉTEUR	p.	37
VI. SYSTÈME REPRODUCTEUR	p.	39
VII. SYSTÉMATIQUE	p.	42
VIII. ETHOLOGIE	p.	43
IX. PHYLOGÉNIE	p.	45

INTRODUCTION.

Il est, dans le règne animal, quelques formes extraordinairement rares — au point qu'on en compte les individus observés, — auxquelles les zoologistes attachent un grand intérêt à cause de l'importance phylogénétique qu'elles possèdent : soit qu'elles représentent, seules, un groupe en extinction, soit qu'elles permettent de saisir les relations existant entre des groupes qui paraissent nettement séparés.

Spirula est une de ces formes ; et, à coup sûr, de tous les Mollusques, c'est lui qui unit le plus à l'attrait de la rareté, celui d'une conformation aberrante parmi les animaux actuels de sa classe : c'est le seul Dibranche à coquille *multiloculaire*, *siphonnée* et *partiellement externe*.

On attribue généralement à RUMPHIUS le mérite d'avoir, le premier, observé un *Spirula* et d'avoir même donné des détails sur sa manière de vivre. De la lecture du passage qu'il consacre à ce genre (1), résulte pour moi la conviction qu'il n'en a vu que des débris très peu importants (la partie adhérente à la dernière cloison et le siphon ; — il croyait la dernière loge beaucoup plus grande, comme dans *Nautilus*, et s'imaginait que la partie antérieure était fixée [voir plus loin], les bords de cette dernière loge de la coquille étant par lui supposés brisés).

Le premier spécimen un peu complet, mais mutilé cependant, fut recueilli par PÉRON et LESUEUR : c'est d'après lui que LAMARCK, qui avait créé le genre *Spirula*, pour la coquille, y fit, le premier, connaître l'existence de ventouses (2). PÉRON donna, de ce *Spirula*, une figure peu satisfaisante (3) souvent reproduite ; mais ce précieux spécimen disparut sans avoir été autrement étudié (4).

(1) RUMPHIUS. D'Amboinsche Rariteitkamer, 1705, p. 67, 68.

(2) LAMARCK. Encyclopédie méthodique. Atlas des Vers, Mollusques, Zoophytes, pl. 465, fig. 5, a (1827).

(3) FREYCINET. Voyage de découvertes aux terres australes, pl. XXX, fig. 4.

(4) « Malheureusement le seul et précieux spécimen qu'ils rapportèrent conservé » dans la liqueur, et trouvé mort et flottant en mer, s'est perdu au Muséum, où ils » l'avaient déposé, avant même qu'une bonne description pût nous consoler de cette » perte. » (FÉRUSSAC et d'ORBIGNY. Histoire naturelle des Céphalopodes acétabulifères, » p. 55) ».

L'expédition anglaise au Congo (1816) procura un fragment de *Spirula* (l'extrémité postérieure avec la coquille), qui fut déposé au British Museum (1).

En 1836, quelques Spirules, plus incomplètes que celle de Péron, furent prises par la corvette française « la Recherche » (2). C'est sur la plus parfaite d'entre elles que fut basée la première esquisse anatomique du genre, faite par DE BLAINVILLE (3), qui y reconnut notamment l'existence d'une seule paire de branchies.

Le premier travail de OWEN (4) n'ajouta pas beaucoup aux découvertes de DE BLAINVILLE ; il était d'ailleurs aussi basé exclusivement sur des débris.

Un seul spécimen, presque parfaitement intact, avait été recueilli jusque là : il avait déjà été représenté par GRAY (5) et par REEVE (6) ; mais ce ne fut qu'à une époque relativement récente que le collectionneur qui le possédait permit à OWEN d'en étudier l'organisation : son mémoire est donc la première description d'un *Spirula* complet. Malheureusement, il y a dans les descriptions écrites, aussi bien que dans les figures, de ce travail, non seulement des lacunes dont le nombre et l'importance sont considérables, mais encore une regrettable absence de précision même approximative, ce qui en fait les résultats beaucoup plus réduits qu'on ne pouvait s'y attendre, d'autant plus qu'il est tout à fait étranger aux idées, tendances et préoccupations présentes de la zoologie.

(1) GRAY. Catalogue of the Mollusca in the British Museum, Part. I, Cephalopoda antepedia, 1849, p. 116.

(2) Lettre de M. ROBERT sur les spirules, sur le lamentein du Sénégal et sur l'existence dans cette région de l'Afrique, de l'hyène tachetée, *Comptes rendus Acad. Sci. Paris*, t. II, 1836, p. 362, 363 (id., in *Ann. Sci. nat. [Zoologie]*, sér. 2, t. V, p. 226, 227).

(3) DE BLAINVILLE. Quelques observations sur l'anatomie de la *Spirula* et sur l'usage du siphon des coquilles polythalamies, *Ann. franc. et étrang. d'Anat. et de Phys.*, t. I, 1837, p. 369-382.

(4) OWEN. Description of two mutilated specimens of *Spirula Peronii*, with some observations on *S. australis* and *reticulata* (The Zoology of the voyage of H. M. S. Samarang, Mollusca, part. I, p. 6-17, pl. iv, 1848).

(5) GRAY. On the animal of *Spirula*, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 1, vol. XV, 1845, p. 257-260, pl. xv.

(6) REEVE. Elements of Conchology, 1846, p. 16, pl. A, fig. a-f.

Ce mémoire est cependant resté le seul qui présentât la description anatomique d'un individu complet ; car si OWEN (1) eut cette chance exceptionnelle de disposer d'un second *Spirula* entier (mâle), il se borna à faire connaître, avec peu de précision également, les caractères sexuels (2).

Un autre individu complet fut ramassé, en 1865, auprès de Port-Jackson ; mais il fut déposé au musée de Sydney (3) et ne put par conséquent être l'objet d'aucune recherche anatomique.

Quant au *Spirula* entier pris par le « Blake », dans la mer des Antilles (4) et représenté ici (Pl. II, fig. 1, 2), il est, à l'heure actuelle, égaré sans avoir été étudié.

Aussi la capture, pendant la croisière du *Challenger*, d'un spécimen intact de *Spirula* qui fut confié au Professeur HUXLEY, a-t-elle été considérée comme un des heureux résultats zoologiques de cette expédition.

De l'énumération ci-dessus, il ressort qu'on n'a pu observer, jusqu'ici, que cinq individus entiers de *Spirula* (sans qu'aucun, toutefois, ait été pris vivant) : les deux spécimens, femelle et mâle, étudiés par OWEN, celui du Musée de Sydney et les deux autres qui furent recueillis par le *Challenger* et le *Blake*.

Dans quelques collections publiques ou privées (notamment à Londres) existent encore des débris plus ou moins importants de *Spirula* dont il n'est pas fait mention dans la littérature ; mais, comme le spécimen du Musée de Sydney, ils ne peuvent être l'objet d'investigations scientifiques.

(1) OWEN. Supplementary Observations on the Anatomy of *Spirula australis*, Lamarck, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 5, vol. III, 1879, p. 1-16, pl. I-III.

(2) OWEN. On the External and Structural Characters of the Male *Spirula australis* LAM., *Proc. Zool. Soc. London*, 1880, p. 352, pl. XXXII. — OWEN rapporte que ce spécimen fut pris pendant le voyage de la « Bonite ». Or SOULEYET, qui était à bord de ce navire, dit n'avoir pas réussi à prendre *Spirula* (Voyage autour du monde... sur la Corvette la Bonite, *Zoologie*, t. II, p. 8).

(3) ANGAS. On the marine molluscan Fauna of the Province of South Australia, with a list of all the Species known upon the present time, etc., *Proc. Zool. Soc. London*, 1865, p. 157.

(4) AGASSIZ. On the dredging operations carried on from December 1878 to March 10, 1879, by the U. S. Coast Survey Steamer « Blake », *Bull. Mus. Comp. Zool.*, vol. V, 1879, p. 298. — AGASSIZ. Three cruises of the U. S. Coast and geodetic Survey Steamer Blake, *ibid.*, vol. XV, 1888, p. 61.

Cependant, deux individus — malheureusement incomplets aussi — existaient à Nantes, entre les mains d'un ancien capitaine de navire (1) ; celui-ci, plus encore que le propriétaire du *Spirula* étudié par OWEN en 1879, se refusait à les confier à un zoologiste. Mais le Professeur GIARD qui veillait sur ces spécimens, s'en rendit acquéreur à la mort de leur détenteur : grâce à lui, ces *Spirula* ne devinrent pas la proie d'une collection publique ; il a bien voulu me permettre de disséquer le plus grand et le plus complet des deux : c'est sur ce matériel que sont basées mes observations personnelles.

Dans ces conditions, j'ai pris la charge de publier le « Report » sur le *Spirula* du *Challenger*, qui paraît simultanément, ici en français et, en anglais, dans la Zoologie de l'expédition du *Challenger* (Part LXXXIII, 1895).

Les zoologistes regretteront avec moi que cette publication n'ait pas été faite par le Professeur HUXLEY lui-même ; mais on m'excusera d'avoir voulu lui suppléer ici, quand on saura que depuis des années déjà, il avait formellement renoncé à publier les figures déjà faites : celles-ci n'auraient donc pas vu le jour sans l'intervention d'un collaborateur (2).

Le Professeur HUXLEY a bien voulu me fournir diverses explications relatives aux figures sus-mentionnées ; de telle sorte que, mes propres observations aidant, je puis présenter une description anatomique de *Spirula* donnant des notions assez précises sur la plupart des points de son organisation, malgré certaines insuffisances qu'elle montre et qui sont la conséquence de la rareté du matériel ou de son état de conservation.

Gand, 15 juillet 1894.

P. P.

*
* *

(1) Ces spécimens ont été recueillis en 1861, mais leur provenance est incertaine. Le Prof. GIARD suppose qu'ils ont été pris dans l'Atlantique, au voisinage de la Mer des Sargasses (GIARD. A propos de l'animal de la Spirule, *Comptes rendus Soc. Biol. Paris*, sér. 9, t. V, 1893, p. 886).

(2) Une importante partie du travail étant l'œuvre du Professeur HUXLEY, j'ai tenu à ce que son nom figure sur le titre ; tout en pensant que je suis le seul auteur du mémoire, M. HUXLEY s'est rendu à mon désir.

I. CONFORMATION EXTÉRIEURE ET TÉGUMENTS.

Le corps de *Spirula* est allongé, cylindrique, tronqué à l'extrémité postérieure; celle-ci, constituée par un « disque terminal » (moins distinct dans *S. peronii* [Pl. I, fig. 1 à 4] que chez *S. australis* (Pl. II, fig. 1 à 3) et que chez *S. reticulata* (fig. c, j et n, dans le texte), porte deux petites nageoires parallèles au plan sagittal médian, entre lesquelles est un orifice qui mène dans une petite fossette. Dans la moitié postérieure, il y a, dorsalement et ventralement, deux ouvertures antéro-postérieures ovalaires, par lesquelles le dernier tour de la coquille fait légèrement saillie au dehors (Pl. I, fig. 1, etc).

Ce « corps » correspond au sac viscéral, recouvert par le manteau, de *Nautilus* et des Gastropodes (= « episoma », HUXLEY); la masse cephalo-pédieuse (« prosoma » ou cephalopodium, HUXLEY) y est jointe par le « mesosoma » (HUXLEY), c'est-à-dire par la région nuchale et l'entonnoir (ce dernier — epipodium — appartenant morphologiquement au pied).

Ces différentes parties : tête, pied (bras), entonnoir, manteau, etc., doivent être examinées séparément.

1. Tête.

Dans le spécimen du *Challenger*, cette partie était rétractée dans la cavité palléale (Pl. I, fig. 1, 2, 3) et un peu distordue (Pl. I, fig. 5, 6).

Le spécimen du *Blake* (Pl. II, fig. 1) avait également la tête légèrement tordue. Cette asymétrie n'est pas normale cependant, et n'a pas été observée dans d'autres individus (1) : elle est vraisemblablement une déformation due à la contraction.

La tête, dans sa conformation générale, semblable à celle des autres Céphalopodes, est caractérisée (dans les spécimens du *Challenger* et du *Blake*) par sa largeur assez considérable, surtout dans la partie postérieure : elle est plus forte dans le sens de la largeur que dorso-ventralement. Latéralement, sont placés les yeux, et derrière eux, mais plus ventralement, les organes olfactifs (voir, plus loin, la conformation de ces organes).

(1) Par exemple l'individu étudié par OWEN en 1879.

2. Bras.

Comme dans tous les Décapodes, il y a huit bras sessiles, qui sont ici assez courts, et deux longs bras pédonculés ou tentaculaires.

1^o Bras sessiles. — Les huit bras courts sont sensiblement égaux en longueur (fig. 1, 2, 3, Pl. I). Leur surface aborale, extérieure, est arrondie, sauf qu'il s'y trouve une saillie médiane longitudinale ; la face interne en est aplatie pour former une aire acétabulifère s'étendant de la base au sommet de chaque bras : elle est limitée par un contour curviligne à l'extrémité basale et se rétrécit graduellement vers le sommet.

Les bases des bras sont unies par une très mince membrane inter-brachiale qui entoure le disque buccal et ne porte point de ventouses.

2^o Bras tentaculaires. — Ils étaient rétractés dans le spécimen du *Challenger* ; toutefois ils ne l'étaient pas complètement comme dans *Sepia*, *Sepiola*, etc., mais seulement en partie, leurs extrémités acétabulifères recourbées atteignant celles des bras sessiles (Pl. I, fig. 1, T). L'extrémité libre des « tentacules » est acuminée, mais non élargie, contrairement à ce qui s'observe dans les autres Décapodes ; la saillie longitudinale « supra-brachiale » y est plus élevée et plus semblable à une membrane que dans les bras sessiles ; le reste des bras tentaculaires est arrondi et lisse. La poche dans laquelle chaque bras tentaculaire se rétracte, est formée par l'intérieur de la base des 3^o et 4^o bras sessiles, comme de coutume ; et, quand la rétraction de l'organe est effectuée, il est replié sur lui-même. Dans cet état, le tentacule ressemble à un bras plié, la portion proximale (attachée) représentant un bras très court, tandis que le reste correspondrait à un long avant-bras avec la partie acétabulifère à l'extrémité, comme une main (Pl. III, T¹).

Lorsque les bras tentaculaires sont sortis et étendus, ils sont plus longs que le corps entier (Pl. II, fig. 1, 2). L'aire sur laquelle les ventouses sont situées est en forme d'un ovale allongé, rétréci à l'extrémité correspondant au sommet des bras : sa longueur ne

dépasse pas un quart de pouce ; elle est pourvue de ventouses qui ont les mêmes forme et arrangement que celles des bras sessiles. Les plus grandes ne dépassent pas un quart de millimètre en diamètre.

3° Ventouses. — Ce sont des « coupes » brièvement pédonculées ; leur pédoncule n'est pas, comme chez *Sepia*, inséré dans l'axe de la ventouse, mais latéralement, comme dans les *Egopsides*, *Loligo*, etc. (fig. 10, Pl. VI).

Les plus grandes ventouses se trouvent à l'extrémité proximale (basale) de chaque aire acétabulifère et ne dépassent pas un quart de millimètre en diamètre. Elles diminuent graduellement en volume, jusqu'au sommet, où leur diamètre n'est plus que de 1/10 de millimètre. Elles sont étroitement groupées sur toute l'aire acétabulifère, mais sans régularité parfaite : 6 ou 7 en occupent la largeur, sur la plus grande partie de son étendue, tandis qu'il n'y en a pas plus de 3 ou 4 à la base de l'aire, ni plus de 2 ou 3, au sommet.

Leur armature « cornée » est épaisse et a quelque peu la forme d'un verre globuleux sans fond ; le bord annulaire libre porte de courtes épines (fig. 9, Pl. VI).

3. Entonnoir, Muscles et Cartilages.

L'entonnoir est fermé ventralement comme dans tous les Dibranches. Sur sa paroi intérieure céphalique, est une valvule antérieure, dans la femelle (fig. 7, Pl. I, 1 v) (ce caractère existe également dans le mâle) (1).

Il ne semble pas exister de trace de l'« organe de Müller » (glande muqueuse de l'entonnoir), si répandu dans les Dibranches.

Le collier infundibulaire (*ic*, fig. 5, Pl. I) est haut et non soudé dorsalement au manteau (Pl. III).

Ventralement, sur les côtés du collier sont les fossettes cartilagineuses linéaires, allongées (*li*, Pl. I, fig. 7 ; Pl. II, fig. 1, 2 ; Pl. IV, fig. 1), correspondant aux saillies de la face intérieure du manteau (*lpa*, Pl. II, fig. 1) qui forment avec elles l'appareil de résistance

(1) STEENSTRUP. *Sepiadarium* og *Idiosepius*, *Vidensk. Selsk. Skr. sér. I*, 6, Bd. 1, Naturhist. og. Math. Afd. Kjobenhavn, 1881, p. 229.

destiné à assurer la fermeture de la chambre palléale pendant que l'eau en est expulsée au travers de l'entonnoir. Le cartilage nuchal (*di*, Pl. I, fig. 3), situé au bord antérieur dorsal du collier, sur la ligne médiane, a à peu près la forme de celui de *Loligo*, et surtout des Ommatostrephidæ.

Les muscles rétracteurs de l'entonnoir (*Imm*, Pl. IV) et de la tête, latéraux, s'unissent et ont leur origine commune sur les côtés extérieurs de la dernière loge coquillière.

La partie rétractrice de la tête, de ces derniers muscles, s'insère sur la face aborale du cartilage périneural ou céphalique, qui forme une capsule enveloppant les centres nerveux. Ce cartilage envoie sur les côtés, de vastes prolongements aliformes (*pnc*⁴, Pl. V, fig. 3) soutenant les ganglions optiques, et ventralement, en avant, la saillie médiane (*pnc*⁵, fig. 3, Pl. V) qui (comme dans *Sepia*) donne attache aux muscles des bras. En avant, la capsule cartilagineuse est continuée par l'enveloppe conjonctive du connectif joignant les centres pédieux aux brachiaux (Pl. V, fig. 4, *gpl*.)

4. Manteau.

1^o Enveloppe palléale. — La surface extérieure du manteau est unie comme dans les autres Décapodes ; la réticulation observée dans la forme appelée *reticulata*, n'appartient pas à la portion superficielle des téguments, comme on le verra plus loin.

Le bord du manteau, libre sur tout son pourtour, offre trois saillies antérieures : une médiane, dorsale et deux latéro-ventrales, symétriques, que sépare le « sinus » de l'entonnoir (Pl. I, fig. 2, 3; et fig. c).

Dans le spécimen du *Challenger*, la surface extérieure du manteau était dépourvue de son épiderme et, dans la plus grande partie de son étendue, de la couche à chromatophores (1). Ces derniers étaient toutefois présents à l'extrémité aborale (Pl. VI, fig. 14, *chr*.), où le derme n'est pas enlevé, ainsi que sur une étroite bande de la face intérieure du manteau, le long du bord de celle-ci. Le spécimen du *Blake*

(1) C'est vraisemblablement cet état qui a conduit von WILLEMOES SUHM à supposer que le spécimen avait été avalé par un poisson abyssal, et régurgité, lorsque celui-ci fut amené à la surface par le chalut.

était à ce point de vue dans le même état : les chromatophores ne s'y trouvaient conservés qu'à l'extrémité aborale (fig. 1, 2, Pl. II) et le long du bord du manteau à la face intérieure (cr. Pl. II, fig. 1, 2).

Les chromatophores sont néanmoins répartis sur toute la surface extérieure du manteau (1). En effet, il existe dans la forme appelée *reticulata*, une réticulation générale de cette surface, donnée comme caractère de cette forme, et due d'après ce que j'ai vu, à des faisceaux de fibres sous-cutanées, disposées de façon à limiter des polygones plus ou moins réguliers. Or, ces espaces polygonaux à limites saillantes existent également dans un Ommatostrephide, *Illex Coindetii*, où, après l'enlèvement de l'épithélium palléal, on observe un aspect très semblable à celui présenté par *Spirula reticulata* : et les espaces polygonaux y sont occupés par les chromatophores. Chez *Illex*, c'est surtout vers le bord libre du manteau que ces espaces ont des limites bien saillantes. Dans *Spirula reticulata*, la réticulation est aussi plus nette dans cette région, ainsi qu'après



Fig. A. — Partie postérieure du côté droit du manteau, vue ventrale, X 10. I, réticulation du manteau ; II, disque terminal ; III, coquille.

des ouvertures coquillières où les polygones sont plus irréguliers (fig. A), tandis que les saillies du reticulum s'évanouissent insensiblement au bord de ces ouvertures (2).

Du dehors au dedans, le manteau présente (sans l'épithélium et la couche de chromatophores) : une couche de tissu conjonctif superficiellement dense et vitreux, et plus lâche, profondément ; une mince couche de fibres musculaires longitudinales ; puis une couche épaisse de fibres musculaires circulaires traversées par des faisceaux musculaires rayonnants (Pl. IV, fig. 14) ; une nouvelle couche mince de fibres musculaires longitudinales, et enfin le tissu conjonctif sous-cutané de la face interne.

(1) La coloration des spécimens morts, mais fraîchement retirés de l'eau est « blanc jaunâtre pointillé de brun », d'après ROBERT (*Comptes rendus*), t. II, 1836, pl. 362.

(2) Le *Spirula australis* étudié par OWEN en 1879 (*Ann. Mag. Nat. Hist. sér. 5*, vol. III, pl. I, fig. 2) paraît aussi présenter une réticulation des téguments. Ce caractère ne serait donc pas spécial à *S. reticulata*.

A la partie aborale, la forme et l'aspect du manteau sont modifiés par la présence de la coquille, presque entièrement couverte d'ailleurs ; il n'y a sur chacune des deux faces dorsale et ventrale, qu'une ouverture longitudinale en forme d'ellipsoïde allongé, limitée postérieurement par le « disque terminal » : par ces ouvertures (dont la dorsale est la plus grande), le dernier tour de spire de la coquille fait légèrement saillie (Pl. I, fig. 1, *sh*).

Les portions extérieures du manteau sont des formations acquises secondairement et qui manquent presque totalement dans *Nautilus* et la plupart des Gastropodes. Le manteau proprement dit est la petite partie convexe de la paroi de la cavité coquillière, c'est-à-dire l'enveloppe du petit sac viscéral logé dans la chambre terminale de la coquille (P^r, Pl. III) : c'est cette enveloppe qui est la vraie surface sécrétante de cette dernière.

Ce petit sac viscéral correspond à la hernie viscérale de *Nautilus* et des Gastropodes, mais ne renferme plus, toutefois, que la moitié postérieure des lobes du foie (Pl. III) ; il est continué en arrière par le siphon membraneux (*sphm*, Pl. v, fig. 1) perçant toutes les cloisons de la coquille, au travers des tubes siphonaux de la coquille (*sph*) sécrétés par lui.

La portion proximale (tout à fait antérieure) du siphon est fort élargie, dans *Spirula reticulata* (fig. B, IV). Au niveau des cloisons, ce siphon ne présente pas d'étranglement sensible. La portion renfermée dans l'avant-dernière loge (par conséquent dans le dernier segment du siphon coquillier) était entourée chez le *S. reticulata* étudié, à la partie antérieure, par un épais manchon d'une substance dure, rappelant, par son aspect et sa consistance, le ligament de certains Lamellibranches : ce manchon remplissait hermétiquement l'espace compris entre le siphon palléal et la paroi du siphon coquillier.

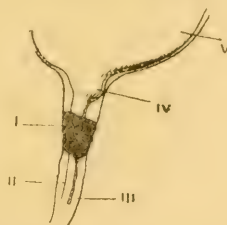


Fig. B. — Partie antérieure du siphon de *Spirula reticulata*, vue du côté gauche, grossie. I, manchon du dernier segment du siphon membraneux ; II, siphon membraneux ; III, siphon de la coquille ; IV, élargissement antérieur du siphon ; V, manteau.

La surface du petit sac viscéral (le manteau par conséquent) est réfléchi au-dessus de l'ouverture de la coquille et passe à la paroi de « l'episoma » étroitement accolée à celle-ci (séparée par un espace, dans la fig. 1, Pl. v) et sécrétant vraisemblablement (sur la ligne médiane) la « bande d'épaississement » (b, Pl. II, fig. 7). Le manteau forme ainsi une cavité coquillière close de toutes parts, sauf en

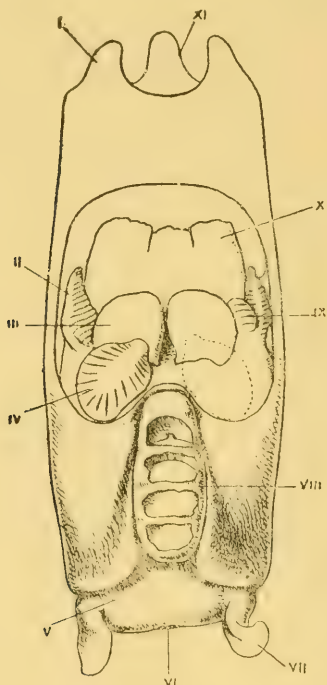


Fig. C. — *Spirula reticulata*, la cavité palléale ouverte, vue ventrale, $\times 4$. I, saillie ventro-latérale du bord du manteau; II, branchie; III, glande nidamentaire accessoire; IV, glande nidamentaire; V, disque terminal; VI, fossette aborale; VII, nageoire gauche; VIII, partie ventrale extérieure de la coquille dont la paroi est brisée; IX, oviducte; X, muscle rétracteur de l'entonnoir; XI, saillie dorsale médiane du bord du manteau.

deux points opposés, ouvertures coquillières dorsale et ventrale, par lesquelles des portions du dernier tour de la coquille font librement saillie au dehors.

Ces ouvertures coquillières constituent en effet une disposition absolument naturelle, bien que dans le spécimen du *Challenger*, où les téguments de cette région étaient assez altérés, les bords des ouvertures parussent éraillés, et envoyassent ainsi de courts prolongements irrégulièrement découpés, au-dessus de la coquille (fig. 1-3, Pl. 1): dans *Spirula australis* (Pl. II, fig. 1, 2) et *S. reticulata* (fig. C, dans le texte), ce bord est strictement entier et

uni, et il n'y a aucune portion des téguments, si mince qu'elle soit, qui passe au-dessus de la coquille, contrairement à l'opinion

de STEENSTRUP (1) et de OWEN, d'après lequel le périostracum (« épiderme » coquillier) serait *continu avec* l'épithélium du bord des ouvertures palléales (2). Comme on devait s'y attendre, cette dernière assertion est absolument inexacte : ce périostracum se continue sous le manteau, sur toute la surface des portions de la coquille contenues dans l'intérieur de ce dernier, et ce n'est en aucune façon un tissu cellulaire.

En avant et sur les côtés la paroi du sac coquillier est formée par la mince « membrane » péritonéale qui constitue l'enveloppe extérieure de la cavité viscéro-péricardique (complètement séparée du sac coquillier) : postérieurement, elle est formée par le disque terminal. Intérieurement, le sac coquillier est limité par le petit manteau proprement dit (voir plus haut) et par sa continuation, le siphon (Pl. v. fig. 1, *sphm*), s'étendant jusqu'à la première loge.

Sur la paroi du sac coquillier s'insèrent latéralement : en avant, les muscles rétracteurs des branchies (qui, en partant de la branchie, sont d'abord transversaux, puis dirigés postérieurement); en arrière, les faisceaux musculaires des nageoires.

2° Disque terminal. — Celui-ci est charnu et recouvre la partie la plus aborale de la coquille d'une épaisse couche de tissus, limitée tout autour par un sillon superficiel plus ou moins profond (Pl. II, fig. 1; et fig. c, I, N, dans le texte). Toutefois, dans le spécimen du *Challenger*, ce disque terminal, quoique aussi épais (Pl. III, P³), n'est plus aussi distinct du reste du manteau (Pl. I, fig. 1-6) que dans les deux autres formes, le sillon sus-mentionné y étant à peu près insensible.

Ce disque est latéralement continu avec le reste du manteau; ventralement et dorsalement il limite aboralement les ouvertures coquillières. Or, dans le plus petit spécimen du Professeur GIARD (*S. reticulata*), cette continuité latérale avec le manteau ne porte pas sur une aussi grande étendue que dans l'individu de grande taille : les ouvertures coquillières y sont par suite proportionnellement plus longues.

(1) STEENSTRUP. *Sepiadarium og Idiosepius*, *loc. cit.*, p. 227 : « Coquille nettement recouverte dorsalement et ventralement, où la peau s'amincit au-dessus d'elle ».

(2) OWEN. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 5, vol. III, p. 3.

Donc, dans l'adulte, la coquille tend à devenir plus interne encore que dans le jeune. D'autre part, les trois formes (*australis*, *reticulata*, *peronii*) montrent, de l'une à l'autre une gradation croissante dans l'envahissement de la coquille par le manteau : le minimum d'extension dorso-ventrale du disque aboral étant dans *S. australis*(1), ce qui correspond au maximum de longueur des ouvertures coquillières ; et le maximum d'extension de ce disque, dans *S. peronii* (fig. 4, Pl. 1), où il est plus complètement fusionné avec le reste du manteau, en même temps que les ouvertures coquillières y sont plus petites que dans les deux autres formes, *S. reticulata* (fig. c, j, n) étant, à ce point de vue, intermédiaire entre *S. australis* et *S. peronii*.

Il faut donc imaginer que dans le développement, les bords libres du manteau se sont réfléchis au-dessus de la coquille, comme dans de nombreux Mollusques (et notamment sur le côté dorsal de la coquille de *Nautilus*), puis que la coquille est devenue graduellement de plus en plus couverte (fig. E). Les côtés droit et gauche du manteau ont dû évidemment envoyer, vers l'extrémité aborale, des prolongements qui se sont unis sur la ligne médiane, donnant naissance au disque terminal, vraisemblablement peu étendu à l'origine (fig. F.)

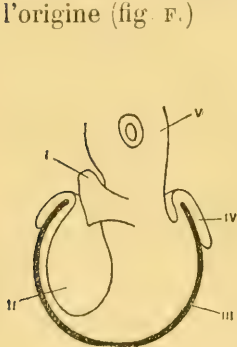


Fig. D.

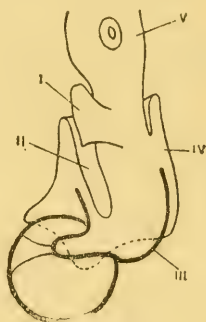


Fig. E.

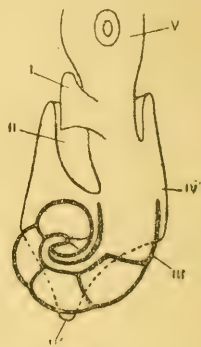


Fig. F.

Fig. D, E, F. — Trois schémas de stades embryogéniques hypothétiques de *Spirula* : D, dans la coquille « embryonnaire » ; E, avec une coquille biloculaire ; F, avec une coquille quinqueloculaire. — I, entonnoir ; II, cavité palléale ; II', disque terminal ; III, coquille, IV, manteau ; V, tête.

Et on ne doit pas supposer que la coquille aurait été complètement enfermée de très bonne heure et que les orifices dorsal et

(1) OWEN, *loc cit.* pl. 1, fig. 3.

ventral de la cavité coquillière auraient été formés ultérieurement par la pression de la coquille sur les points les plus minces de l'enveloppe palléale : cette pression ne pouvait être que la cause possible pour laquelle le manteau ne s'est pas refermé complètement et a laissé persister les orifices. Le développement du sac coquillier des autres Céphalopodes (*Sepia*, *Loligo*) se fait d'une façon essentiellement semblable, sauf que ses bords ne se joignent pas seulement en un point, mais sur toute leur longueur.

Le disque terminal est remarquable par les organes qu'il porte : nageoires et fossette aborale.

A. Nageoires. — Elles sont relativement petites, arrondies, à peu près semi-circulaires, plus longues dans le sens « dorso-ventral » que dans celui céphalo-caudal (Pl. I, fig. 1 ; fig. J. dans le texte ; Pl. II, fig. 2). Leur masse musculaire n'est pas attachée à des supports cartilagineux, comme chez les autres Décapodes ; les fibres vont s'insérer directement sur la cavité coquillière.

Les nageoires de *Spirula* sont caractérisées par leur orientation et leur situation :

a. *Orientation* : les nageoires sont placées à droite et à gauche du disque terminal, parallèlement au plan sagittal médian, et non disposées dans un même plan longitudinal dextro-sénestre, comme c'est le cas pour les autres Céphalopodes dibranches ; elles sont donc aux nageoires de ces derniers, ce que la queue des Poissons est à celle des Cétacés.

b. *Situation à la partie postérieure du corps* : dans les Céphalopodes les plus habituellement étudiés (*Sepia*, *Loligo*, etc.), les nageoires s'étendent, avec l'orientation qui vient d'être indiquée, sur une assez grande longueur des côtés du manteau.

La disposition présentée par *Spirula* ne peut néanmoins pas être considérée comme un état de réduction ou de développement régressif. En effet : dans *Nautilus*, où la coquille est tout à fait externe, il n'y a point de nageoires. Dans les Œgopsides tels que les *Ommatostrephes*, qui sont les plus archaïques des Céphalopodes dibranches vivants, les deux nageoires sont à l'extrémité postérieure,

attachées côte à côte sur la ligne dorsale médiane (où elles ne peuvent pas encore s'attacher dans *Spirula*, à cause de l'ouverture de la cavité coquillière) et se prolongent moins loin en avant que dans les autres Décapodes ; chez ceux-ci, peu à peu, leurs lignes d'attache s'écartent de la ligne dorsale médiane (*Loligo*), allant vers les côtés, où les nageoires s'étendent sur une longueur de plus en plus grande (*Sepioteuthis*, *Sepia*).

D'autre part, dans le développement des Décapodes à longues nageoires (*Loligo*, *Sepia*), tout comme chez les autres, ces organes se trouvent situés originellement à l'extrémité aborale, ainsi que chez *Spirula* adulte, et y sont aussi séparées par un espace plus au moins grand (fig. G, H).

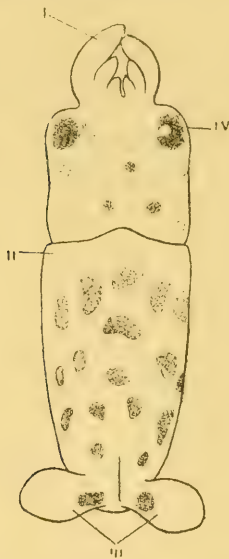


Fig. G.

Fig. G. — Embryon de *Loligo*, vu dorsalement, grossi.
I, bras ; II, manteau ;
III, nageoires ; IV, œil.

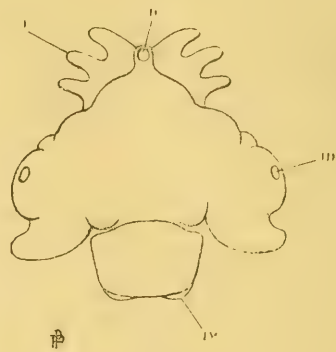


Fig. H.

Fig. H. — Embryon de *Sepia*, vu dorsalement, grossi.
I, bras ; II, bouche ;
III, œil ; IV, nageoire.

Spirula présente donc l'état le plus primitif des nageoires des Céphalopodes.

B. Fossette aborale. — Entre les deux nageoires, au milieu du disque terminal, se trouve une ouverture arrondie (Pl. I, fig 4 ;

Pl. II, fig. 3), qui, dans le spécimen du Professeur GIARD, paraît un peu allongée en travers (par déformation, vraisemblablement) : fig. I, dans le texte.

Cette ouverture mène dans une cavité d'un diamètre supérieur à celui de l'orifice (Pl. II, /s; Pl. VI, fig. 14). Cette cavité est occupée par une papille conoïde, dont le sommet, dans certains individus, est un peu saillant au dehors (fig. 14, Pl. VI).

Cette papille présente une structure particulière que l'état des deux spécimens étudiés ne permet malheureusement pas de décrire avec beaucoup de détails. Les deux figures relatives à cette structure (15 et 15, Pl. VI) sont faites d'après le spécimen du *Challenger* ; le *Spirula* du Professeur GIARD a montré la même conformation, sauf que la papille y était moins volumineuse.

La base de la papille conique est formée par un corps lenticulaire de tissu fibreux (*b*, fig. 14, Pl. VI), présentant des noyaux parmi les fibres (fig. 16, Pl. IV).

Une couche de substance vitreuse, brillante (*nv*, fig. 15, Pl. IV) (ressemblant au tissu élastique des Vertébrés) recouvre la surface aborale du corps lenticulaire ci-dessus, et s'étend au-dessus de toute la masse centrale de la papille, qu'elle contient ainsi ; cette couche paraît s'amincir vers le sommet de la papille : mais il convient de dire que dans les deux individus étudiés, ce sommet était fort endommagé.

Enfin, des fibres, très vraisemblablement musculaires, rayonnent, en avant du corps lenticulaire, du centre à la périphérie (fig. 14, *r* et fig. 15, *r*, Pl. IV).

Rôle de la Fossette. — Bien que la conformation de cet organe fut restée inconnue jusqu'ici, divers auteurs ont répandu l'opinion que cette fossette est un appareil adhésif, se fondant sur

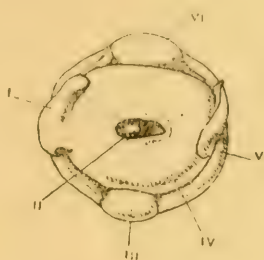


Fig. I. — Vue aborale de *Spirula reticulata*, X 2. I, nageoire gauche; II, fossette aborale; III, partie ventrale extérieure de la coquille; IV, disque terminal; V, manteau; VI, partie dorsale extérieure de la coquille.

une prétendue observation de RUMPHIUS d'après lequel « *Spirula* s'attache aux rochers par son disque terminal ».

Or RUMPHIUS ne fait aucune mention du disque terminal ni de la fossette (p. 68, *loc. cit.*), non plus d'ailleurs que d'aucune autre partie extérieure de *Spirula*. Il est certain, comme je l'ai dit plus haut, que s'il en a vu quelque chose, ce ne sont que des débris très peu importants. De son texte obscur, on doit conclure qu'il croyait que *Spirula* se fixait aux rochers par la bouche : il connaissait le siphon et les parties immédiatement adjacentes, contenues dans la dernière loge de la coquille ; il supposait que le siphon traversait tout l'animal et que celui-ci se fixait par l'extrémité *orale*, à l'aide de ce dernier organe. Il faut donc abandonner la tradition ci-dessus rapportée : il n'y a aucune observation de *Spirula* fixé par son extrémité aborale.

Il n'y a d'ailleurs, dans la fossette et sa papille, rien qui rappelle la structure d'une ventouse : notamment pas de muscles rétracteurs du fond de la cavité.

Cette fossette n'est pas davantage un pore muqueux, comme d'autres auteurs l'ont voulu : il ne s'y trouve aucune trace d'appareil glandulaire spécialisé. Son rôle demeure donc assez problématique. Peut-être peut-on supposer que sa papille est une saillie protectrice : on sait que, la natation rapide des Céphalopodes étant rétrograde, leur extrémité aborale est fort exposée. Or, *Spirula* ayant un entonnoir bien développé, est organisé pour nager en arrière comme les autres Dibranthes, et sa papille terminale a précisément la situation d'un organe de protection pour l'extrémité aborale. Dans la plupart des Décapodes, cette position est occupée par la pointe du rostre. Toutefois, dans l'hypothèse où, sur le vivant, cette papille serait revêtue d'une petite coquille externe, il ne semble pas qu'on puisse voir dans celle-ci l'homologue du rostre des Décapodes, puisque celui-ci est formé dans le sac coquillier.

3^o Coquille. — La coquille de *Spirula* étant fort commune, peut être facilement étudiée et est bien connue des zoologistes. Aussi ne s'étendra-t-on guère, ici, à son sujet, si ce n'est pour ce qui concerne ses rapports avec l'animal.

Chez l'adulte, elle est, comme on sait, multiloculaire, siphonnée et enroulée en spirale dans un plan sagittal médian: mais il faut noter que cet enroulement est ventral ou « endogastrique » (1).

La plus grande partie de la coquille est recouverte par le manteau, sauf aux deux orifices indiqués plus haut. Dans *Spirula reticulata* (fig. J), la coquille s'étend plus en avant sous les téguments, que dans

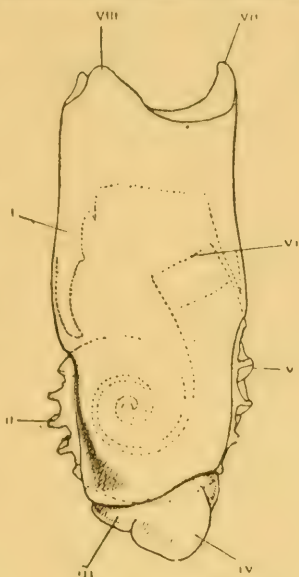


Fig. J.—*Spirula reticulata*, vu du côté gauche, la partie intérieure de la coquille et le sac viscéral étant représentés par un pointillé, $\times 2$. I, cavité paléale; II, partie extérieure ventrale de la coquille; III, disque terminal; IV, nageoire V, partie extérieure dorsale de la coquille; VI, dernière cloison; VII, saillie dorsale médiane du bord du manteau; VIII, saillie ventro-latérale du bord du manteau.

S. peronii (Pl. III), les trois dernières cloisons étant cachées.

La coquille est entièrement revêtue d'un periostracum, continu sur toute sa surface. La face extérieure de la coquille n'est pas

lisse, comme dans la généralité des coquilles internes, mais irrégulièrement réticulée (fig. K), dans *S. peronii*, *S. reticulata*, et dans toutes les coquilles sèches que j'ai pu voir (l'intérieur des mailles de ce réseau

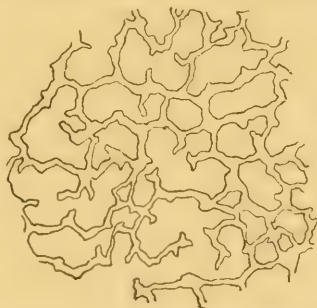


Fig. K. — Partie de la surface extérieure de la coquille de *Spirula*, $\times 90$.

présente lui-même une réticulation beaucoup plus faible, formée par un pointillé très fin). Sur les derniers tours, cette réticulation n'est sensible que sur un peu plus de la moitié convexe. A la face

(1) Les autres Mollusques à coquille univalve enroulée présentent, lorsqu'ils n'ont pas subi de torsion, un enroulement dorsal ou « exogastrique » *Nautilus* adulte, *Patella* et *Fissurella* embryonnaires.

concave, surtout dans les premières portions de la spire (fig. 7, Pl. II) se trouve une bande d'épaississement extérieure, médiane.

Les *cloisons* ont une surface courbe, à convexité dirigée vers le sommet de la spire (fig. 5, 6, Pl. II). Leur structure montre qu'elles sont accolées à la face intérieure de la coquille, par un bord aminci dirigé en avant. Ce sont donc des formations distinctes ; mais il est peu probable cependant qu'elles soient sensiblement plus récentes que les portions de la coquille auxquelles elles se trouvent immédiatement adjacentes ; car, dans le *S. reticulata* étudié, la dernière loge était pour ainsi dire sans profondeur (voir fig. J, VI) : la cloison s'était donc formée près du bord libre de la coquille.

Au niveau des premières cloisons, on constate une constriction (fig. 7, Pl. II), de moins en moins sensible plus loin, ce qui conduit à supposer que, durant les premiers temps de l'existence, les ouvertures successives de la coquille étaient assez rétrécies.

La *loge initiale* est sphérique, à diamètre plus grand que celles qui suivent immédiatement (1). Cette « chambre apicale » est la vraie coquille embryonnaire primitive ; il découle de sa forme que le jeune *Spirula* avait une masse viscérale (episoma) sphéroidale (comme on l'observe aussi chez les Dibranches, au commencement du développement), à coquille entièrement externe (fig. D. plus haut).

La forme et les relations de la coquille avec le manteau n'ont dû être changées qu'ultérieurement, avec la croissance, de la façon qu'indiquent les figures D-F ci-dessus.

Le *tube siphonal* ou *siphon coquillier* est situé au côté concave (« ventral » pour les dernières loges) de la coquille et accolé à la paroi de ce côté (Pl. II, fig. 7). Les divers segments (portions comprises entre deux cloisons successives), surtout dans les derniers tours, sont renflés dans leur moitié tournée vers l'ouverture (fig. 5, Pl. II ; fig. 1, Pl. V). Chaque segment est directement continu avec la cloison qui lui est « antérieure » c'est-à-dire formée après lui, ou située plus vers l'ouverture (fig. 5, Pl. II). Les cloisons ne présentent pas de goulots siphonaux ; mais chaque segment du siphon est joint à celui qui se forme après lui, par une sorte de « roue dentée »,

(1) Certains auteurs l'appellent « ovisac ». Elle existe non seulement dans d'autres Dibranches (*Belemnitida*, etc.), mais aussi chez les Ammonites.

plus ou moins régulière, qui se trouve à l'extrémité aborale du premier, s'étalant un peu sur la face concave de la cloison (Pl. II, fig. 4 et 6), et empêchant ainsi que l'avant-dernière loge communique avec la cavité du siphon coquillier (1).

L'extrémité apicale du siphon est un cæcum faisant un peu saillie dans l'intérieur de la loge initiale (Pl. II, fig. 7, *pr*) ; de ce cæcum, une sorte de ligament situé dans le plan sagittal médian va, en s'élargissant à la paroi de la loge initiale (ligament prosiphonal ou « prosiphon », *c*, fig. 7, Pl. II). On ne peut évidemment faire que des conjectures sur la nature et le rôle de ce « ligament ». Mais il ne peut certainement avoir joué le rôle de siphon chez l'embryon (2) : l'embryon à une seule loge ne pouvait avoir aucune sorte de siphon, et, dès la formation de la deuxième loge, le véritable siphon était constitué.

Le fait que, dans *Spirula reticulata*, la dernière loge était sans profondeur rend vraisemblable que la croissance du siphon coquillier est *intermittente* et que chaque segment de ce siphon ne prend pas naissance beaucoup avant la cloison qui lui est topographiquement antérieure.

4^e Cavité palléale. — Elle est largement ouverte, le bord du manteau n'étant en aucun point uni à la masse céphalo-pédieuse. Mais elle est assez bien moins profonde que chez les autres Dibranches : la présence de la coquille empêche son extension sur la ligne médiane (Pl. I, fig. 6 ; Pl. III ; Pl. IV) ; et, même sur les côtés elle ne s'étend pas beaucoup plus loin (Pl. IV, fig. 1 et 3, *a*) (chez *Nautilus*, la cavité palléale ne s'étend pas non plus aussi loin en arrière que dans les autres Céphalopodes).

Sur la face « viscérale » de la cavité palléale, à l'extrémité tout à fait postérieure, se trouvent (dans la femelle) les glandes nidamentaires (*ng*, fig. 6, Pl. I, etc). En avant, et partiellement recouvertes par l'extrémité antérieure de ces dernières, sont des saillies

(1) La remarquable structure rayonnée du siphon de certains Céphalopodes paléozoïques y est peut-être comparable.

(2) MUNIER-CHALMAS. Sur le développement du phragmostracum des Céphalopodes et sur les rapports zoologiques des Ammonites avec les Spirules. *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1559.

glandulaires (*x*, fig. 7, Pl. I; III, fig. c dans le texte), vraisemblablement glandes nidamentaires accessoires (voir plus loin, système reproducteur) : la gauche cache en partie l'extrémité de l'oviducte (IX, fig. c). Dans *Spirula peronii* et *S. australis* (fig. 7, Pl. I; et fig. 1, Pl. II), l'anus s'ouvre entre ces deux saillies, au niveau de leur bord antérieur, tandis que dans *S. reticulata*, il est caché, sur la ligne médiane, derrière ces deux saillies presque en contact, ainsi que les deux ouvertures rénales voisines, sessiles (fig. Q); entre les deux saillies, on voit sous les téguments, la poche à encre (fig. c, et Q, IV).

L'extrémité glandulaire de l'oviducte se projette entre la branchie gauche et la saillie glandulaire derrière laquelle elle s'enfonce et s'ouvre obliquement (fig. Q, VIII).

Les branchies sont situées très latéralement (Pl. IV, fig. 3, *br*¹), moins ventralement que dans d'autres Céphalopodes. Elles sont relativement petites, et présentent environ vingt-cinq paires de feuillets. Leur axe naît entre les glandes nidamentaires proprement dites et accessoires. Ces organes sont retenus à la face interne du manteau, du côté dorsal de leur axe, par un support (« ligament pallio-branchial », *pb*, fig. 6, Pl. I), sur lequel ne s'observe pas de « rate » ou glande sanguine.

En avant du support branchial et plus ventralement, la face intérieure du manteau montre une saillie latérale cartilagineuse (« bouton » de l'appareil de résistance); une saillie allongée, de même apparence, existe (au moins chez *S. reticulata*) du côté dorsal de la face intérieure du manteau, sur la ligne médiane, antérieurement, en regard du milieu du collier infundibulaire.

*
* * *

II. SYSTÈME NERVEUX.

Comme dans tous les Céphalopodes (y compris *Nautilus*) le système nerveux central est situé autour de l'œsophage, en arrière du bulbe buccal (Pl. III); et, comme chez les Dibranches, ce système

nerveux est contenu dans une capsule cartilagineuse (Pl. v, fig. 1, 5) dont il a été question plus haut (1).

Abstraction faite des énormes ganglions optiques (*og*, fig. 2, Pl. v) qui occupent les côtés droit et gauche de la masse nerveuse centrale, on reconnaît, dans cette dernière, les ganglions suivants:

une paire supra-œsophagienne: ganglions cérébraux (*g. c.*, Pl. v), et trois paires infra-œsophagiennes :

antérieure: ganglions brachiaux (*gp*¹);

moyenne: ganglions pédieux (*gp*);

postérieure: ganglions pleuro-viscéraux ou « chlamydo-splanchniques » (*g ch s*).

En outre, il faut distinguer encore une petite paire supra-œsophagienne antérieure, dite « buccalè supérieure » (*s. b. g.*), fort éloignée des centres cérébraux, comme dans les *Ægopsides* (fig. L, IX), alors que chez les *Sepiidae* ils en sont beaucoup plus rapprochés, et que, dans les *Octopodes*, ils sont plus fusionnés avec eux et en forment la partie antérieure (2).

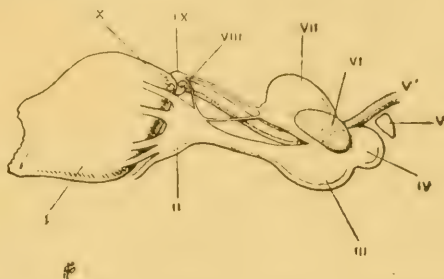


Fig. L. — Système nerveux central de *Ommatostrephes pteropus*, vu du côté gauche, grossi. I, masse buccale; II, ganglion brachial; III, ganglion pédieux; IV, ganglions pleuro-viscéraux; V, glandes salivaires postérieures; V', œsophage; VI, section du nerf optique; VII, ganglion cérébral; VIII, ganglion stomatogastrique; IX, ganglion « buccal supérieur »; X, glande salivaire antérieure, mise à découvert.

Ces ganglions « buccaux supérieurs » sont reliés aux cérébraux par de longs connectifs; dans

(1) Ventralement et latéralement, le système nerveux central est entouré et séparé du cartillage, par une substance d'apparence glandulaire (*ad*, Pl. III et Pl. V, fig. 1) (comme chez les autres Dibranches, où on l'appelle « corps blanc »), dont l'examen microscopique fait supposer que c'est une glande sanguine.

(2) Le fait que cette segmentation des centres cérébraux existe dans une forme aussi archaïque que *Spirula*, et que les ganglions « buccaux supérieurs » qui en résultent y sont fort éloignés des ganglions cérébraux proprement dits, prouve que la disposition offerte par les *Octopodes* (concentration maximum) n'est pas la disposition primitive.

le spécimen du *Challenger*, le connectif de gauche présentait cette particularité d'être double (Pl. v, fig. 2).

Les connectifs reliant les ganglions buccaux supérieurs aux centres brachiaux, n'ont pas été vus et ont probablement échappé; mais les connectifs cérébro-brachiaux ont été observés et sont assez longs (Pl. v, fig 4, x).

Ce sont là les seuls connectifs visibles extérieurement. Les autres (cérébro-pédieux : *cpc*; cérébro-pleural: *cche*; pleuro-pédieux *p ch c*) étant cachés sous le revêtement cellulaire des centres. Il est vrai, cependant, qu'on peut nommer con-

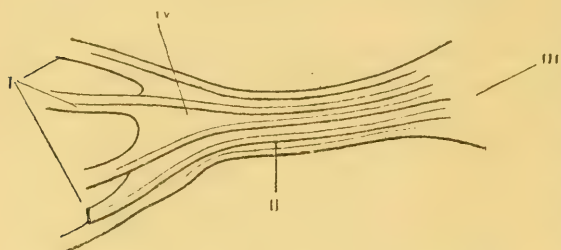


Fig. M. — Connectif brachio-pédieux de *Ommatostrephes pteropus*, vu du côté gauche, grossi. I, nerfs brachiaux; II, partie d'un nerf brachial venant du ganglion pédieux; III, ganglion pédieux; IV, ganglion brachial.

nectifs brachio-pédieux la partie rétrécie qui relie entre eux les ganglions brachiaux et pédieux, fort éloignés, comme dans les *Oegopsi-*

des. Mais ces centres brachiaux (innervant les bras, par leur partie antérieure) et pédieux (innervant l'entonnoir, par leur partie postéro-ventrale) ne constituent ensemble qu'une seule paire de ganglions, comme cela a été prouvé par le développement (1).

(1) Dans *Ommatostrephes pteropus* et *Illex coindetii*, examinés pour comparaison avec *Spirula*, se trouvent à la surface du connectif pédio-brachial, dix faisceaux nerveux venant des centres pédieux proprement dits et allant chacun se joindre à un des nerfs brachiaux (fig. M). Il n'y est donc pas besoin de recherches histologiques (comme celles de OWSJANNIKOW et KOWALEVSKI. — Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden, *Mém. Acad. d. Sci. St-Petersbourg*, sér. VII, t. XI, 1867. — et de JATTA. — La innervazione delle braccia dei Cefalopodi, *Boll. Soc. Naturalisti Napoli*, Anno 3, 1889. —) pour montrer que le ganglion pédieux (ou de l'entonnoir) contribue à innerver les bras. Pareille disposition a déjà été observée dans d'autres *Oegopsides*, par HANCOCK (On the nervous system of *Ommastrephes todarus*, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 2, vol. X, p. 2), POSSELT (*Todarodes sagittatus* (Lmk.) *Stp.*, *Vidensk. Meddel. naturh. Foren.* 1890, p. 328) et APPELLÖF (*Teuthologische Beiträge*, II, *Bergens Museums Aarsberetning*, 1890, p. 8).

Dans les centres pleuro-viscéraux, on doit distinguer :

A. les pleuraux (latéraux) dont sortent les nerfs palléaux (*pln*) (1); et

B. les ganglions viscéraux véritables, dont proviennent les nerfs viscéraux (*vn*, Pl. III et Pl. V).

Ces derniers nerfs, qui naissent séparément (Pl. V, fig. 2, *vn*), n'ont pu être suivis dans *S. peronii*; chez *S. reticulata*, il a été constaté qu'ils se joignent étroitement (fig. s, XI), au dos de l'anús, ainsi que dans les *Egopsides*, et non par une longue « commissure » comme chez les *Sepia*. Ils ne forment point, toutefois, à leur point de jonction, un véritable ganglion, comme chez les premiers. De cette jonction naissent postérieurement de minces filets se dirigeant vers le cœur et les reins, et, transversalement, à droite et à gauche, un nerf branchial (fig. s, XIV) qui pénètre dans l'axe branchial sans se renfler, à sa base, en un ganglion « olivaire » (2).

Quant aux nerfs palléaux, ils sortent des portions latérales (ganglions pleuraux) de la masse infra-œsophagienne postérieure ;

(1) Dans le travail : PELSENEER. Sur la valeur morphologique des bras et la composition du système nerveux central des Céphalopodes (*Arch. d. Biol.*, t. VIII, 1888), les renflements ganglionnaires dont sortent les nerfs palléaux avaient été interprétés comme viscéraux antérieurs (p. 752), et la valeur de centres pleuraux leur avait été refusée (p. 749). Un nouvel examen a fait voir que tous les éléments ganglionnaires viscéraux forment une seule masse médiane et que les centres pleuraux sont bien ceux dont naissent les nerfs palléaux.

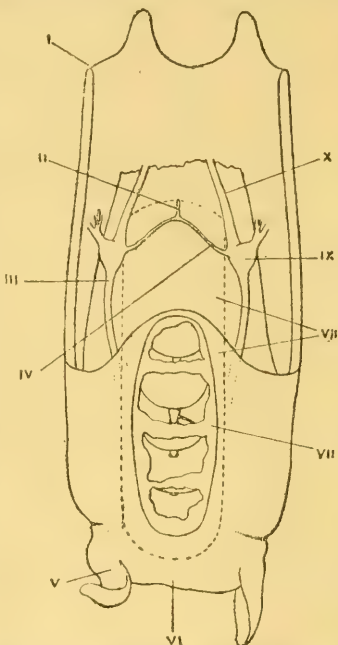
(2) Homologue du ganglion osphradial des autres Mollusques, mais non fonctionnellement équivalent : dans divers Céphalopodes, ce ganglion « olivaire » ou branchial est assez superficiel (exemple : *Eledone*) ; mais j'ai constaté qu'il n'y envoie pas de fibres nerveuses spéciales à l'épithélium sus-jacent, et que celui-ci ne renferme pas de cellules sensorielles particulières. — Le fait que l'osphradium n'a pas encore dû prendre naissance dans les Céphalopodes, s'explique par la présence de la fossette olfactive rhinophorique à l'entrée de la cavité palléale, sur le côté, par où entre l'eau respiratoire, ce qui rend un second organe olfactif (osphradium proprement dit) inutile.

La papille interbranchiale de *Nautilus*, identifiée par LANKESTER et BOURNE à l'osphradium des Mollusques (*Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XXIII), n'est pas elle-même un organe sensoriel et ne renferme pas de ganglion correspondant au centre osphradial. Mais elle paraît constituer simplement un appareil protecteur d'une région sensorielle, située sur la portion de la face intérieure du manteau, immédiatement antérieure à la papille, qui est inclinée au-dessus d'elle : dans cette région, une branche du nerf branchial se divise en de très nombreux rameaux, qui envoient de multiples faisceaux à l'épithélium.

ils sont excessivement forts (Pl. v, *pln*; fig. N, X), se dirigent vers le côté dorsal, traversant la paroi du « mesosoma » et arrivent dans le manteau au point même où celui-ci est joint à ce mesosoma; en ce point même de leur entrée dans le manteau, ils forment, comme chez tous les Dibranches, les ganglions palléaux « étoilés » sans s'être bifurqués avant d'entrer dans ceux-ci (1).

Les deux ganglions étoilés sont réunis par une commissure courbe (à concavité antérieure), fort mince (fig. N, IV) mais paraissant plus forte parce qu'elle est accolée à un tronc veineux que le cordon

Fig. N. — *Spirula reticulata*, vu dorsalement, la partie antérieure du manteau étant enlevée de ce côté; la partie intérieure de la coquille est indiquée par un pointillé; X 4. I, bord du manteau; II, nerf médian; III, nerf de la nageoire; IV, commissure des ganglions étoilés; V, nageoire; VI, disque terminal; VII, partie extérieure dorsale de la coquille; VIII, partie intérieure de la coquille; IX, ganglion étoilé; X, nerf palléal.



nerveux accom-
pagne sur tout son
parcours, passant
à la surface du
mesosoma qui re-
couvre l'extrémi-
té antérieure de
la coquille. Du mi-
lieu de la courbe
partent une veine
et un nerf di-
rigés en avant
(fig. N, II); ils fran-
chissent le bord
dorsal de l'ouver-
ture coquillière,
deviennent récur-
rents et parcou-
rent, suivant la

ligne médiane, la partie du manteau contenue dans la dernière loge de la coquille, le tronc veineux allant se jeter dans la veine cave (voir système circulatoire).

Cette commissure, avec son nerf médian, doit être considérée comme formée par les deux nerfs palléaux originaires des Céphalopodes, fusionnés; et les nerfs palléaux plus gros, situés au delà

(1) Ainsi que dans « *Loligopsis* » (*Leachia*), d'après GRANT (On the Structure and Characters of *Loligopsis*, *Trans. Zool. Soc. London*, vol. I, 1833).

des ganglions étoilés (innervant surtout les nageoires) (fig. x, III), sont des formations adventives, nécessitées par le grand développement des bords du manteau qui ont envahi la coquille.

Cette union des deux nerfs palléaux primitifs explique l'origine de la « commissure » des ganglions étoilés si bien développée dans tous les Cégopsides (1), déjà réduite dans *Loligo* (2) et encore beaucoup plus dans *Sepiolo* adulte (mieux marquée dans les embryons [3]) et manquant enfin dans les Sépiens et les Octopodes : par la disparition du siphon palléal et du manteau primitif, le nerf médian a été perdu ; la « commissure » n'étant plus alors entraînée en avant par ce nerf, n'a plus conservé sa courbure, est devenue plus postérieure et a passé dans le manteau où elle joint les deux ganglions en ligne droite (4).

En arrière des ganglions étoilés, les nerfs palléaux, conservant sensiblement leur diamètre (Pl. v, fig. 1, 2, 6, *fn* ; fig. x, III), se dirigent postérieurement en longeant la paroi du sac coquillier ; mais aussitôt sortis des ganglions, ils donnent un tronc plus mince, latéro-ventral (Pl. v, fig. 6), innervant le manteau, et un autre beaucoup plus gros, qui arrive aux nageoires, où il s'épanouit en se divisant extraordinairement, sans toutefois présenter de renflement ganglionnaire (fig. 6, Pl. v).

Système stomato-gastrique. — Dans le spécimen du *Challenger* (le seul, ici étudié, qui fut pourvu de sa tête), les ganglions « buccaux

(1) Par exemple chez *Ommatostrephes* (HANGCOCK, *loc. cit.*).

(2) VON JHERING. Vergleichende anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken, p. 257.

(3) JOUBIN. Recherches sur la coloration du tégument chez les Céphalopodes, *Arch. de Zool. Expér.*, sér. 2, t. X, p. 306.

(4) Les nerfs palléaux peuvent donc se joindre au dos du tube digestif, comme ils le font aussi dans les Lamellibranches (au dos du rectum) ; ceci permet de comprendre la commissure supra-rectale des Amphineures (*Gilton*, etc.), pour l'identification de laquelle on a trouvé certaines difficultés (voir par exemple : LANG. *Lehrbuch der Vergleichenden Anatomie*, p. 711 ; — BOUVIER et FISCHER. Recherches et considérations sur l'asymétrie des Mollusques univalves, *Journ. de Conchyl.*, t. XXXII, p. 200, 201 ; — GROBEN. Zur Kenntniss der Morphologie der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken, *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Math. — Naturw. Cl.*, Bd. C III, p. 85) : elle n'est qu'une jonction analogue des nerfs palléaux et ne peut nullement se comparer à la commissure viscérale des autres Mollusques, qui est infra-intestinale ; les Amphineures rentrent ainsi dans le plan commun d'organisation des Mollusques.

inférieurs », ou stomato-gastriques n'ont pas été vus ; ils étaient vraisemblablement situés sous la couche musculaire du superficielle du bulbe buccal (comme ils le sont quelque peu dans certains Ommatostrephidæ). Leur existence ne peut être mise en doute : deux nerfs stomato - gastriques parallèles parcourant la face ventrale de l'œsophage et aboutissant à un gros ganglion stomacal (P. VI, fig. 2, 3, 9).

Organes des sens. — Les fossettes olfactives, les otocystes et les yeux sont bien développés :

A. — La fossette olfactive est située tout en arrière de la saillie oculaire, à la jonction des faces latérale et ventrale de la tête (Pl. I, fig. 6, *ol*; Pl. II, fig. 1, *ol*). Elle est limitée par un bord légèrement élevé, à l'intérieur duquel le fond fait saillie sous forme d'une papille, l'ensemble ayant ainsi l'aspect d'une « papilla circumvallata » de la langue des mammifères (Pl. VI, fig. 11) (1).

B. — L'otocyste est fixé entre les ailes du cartilage « cranien » et les ganglions infra-œsophagiens moyens et postérieurs (Pl. III, *au*; Pl. V, fig. 3, *Au*). Il est rempli d'un liquide clair, et contient une grande masse otolithique ; les parois sont d'une extrême délicatesse.

C. — L'œil est relié à l'intérieur de la chambre oculaire, en premier lieu par le ligament sclérotique (*oc. lig.* fig. 8, Pl. VI) et en second lieu par les fibres du nerf optique traversant le cartilage périneural qui limite les côtés postérieur et supérieur de l'orbite.

La grosse sphère oculaire est donc complètement séparée de la chambre oculaire, dans laquelle elle est enfermée, et qui est extérieurement ouverte par l'orifice palpébral ou « cornéen » (*ap*, fig. 9, Pl. VI) : c'est réellement un œil pédonculé, enfoncé dans les côtés de la tête, comme l'est d'ailleurs celui de tous les Dibranches ; *Spirula* est donc, au point de vue de l'œil, un Œgopside typique, contrairement aux assertions de GRAY (2) et de STEENSTRUP (3).

(1) La saillie centrale est probablement le point de départ du rhinophore en forme de papille de certains Œgopsides (*Chiroteuthis*, *Doratopsis*).

(2) GRAY. Catalogue of the Mollusca in the British Museum; part. I, Céphalopoda antepedia, p. 114.

(3) STEENSTRUP. Sepiadarium og Idiosepius, *loc. cit.*, p. 237.

L'ouverture palpébrale est irrégulièrement ovale, anguleuse inférieurement et en avant : elle mesure 2, 5 millim. dans son grand diamètre. L'iris (1) a deux couches concentriques de pigment brun foncé ; l'ouverture « pupillaire » est relativement très petite, et le centre du grand cristallin (rendu opaque par l'action de l'alcool) la remplit entièrement.



III. SYSTÈME DIGESTIF.

La *bouche*, située au milieu du disque oral, est entourée de deux lèvres dont l'extérieure est la plus épaisse (Pl. III, *le*). La surface interne des deux lèvres est pourvue de plis longitudinaux, serrés.

Les *mandibules* ont l'aspect corné, les bords vivement tranchants et la couleur brun-noir sombre qu'elles présentent dans les autres Dibranches. Au milieu du plancher de la cavité buccale qu'elles renferment, naît une saillie qui remplit presque entièrement cette dernière ; une dépression transversale dorsale divise cette saillie en une masse antérieure et une postérieure : l'antérieure est molle et papilleuse ; elle représente la « langue » ou soit-disant organe gustatif (2) ; la postérieure est la radule ou odontophore. Cette dernière est divisée par un sillon longitudinal assez profond en deux lobes dont les crêtes portent les dents latérales pointues et recourbées (3).

Les *glandes salivaires* sont au nombre de deux paires, comme dans les Egopsides (exemple : *Ommatostrephes*, fig. 1). Les glandes antérieures sont deux petits corps glandulaires, allongés, situés entre

(1) C'est le repli formé devant la vraie cornée, sous la fausse « cornée » extérieure.

(2) Cette « langue » ne peut être un organe sensoriel, étant, chez tous les Céphalopodes, recouverte d'une épaisse cuticule ininterrompue.

(3) Malheureusement, une vue satisfaisante de la radule ne peut être donnée, la préparation ayant été abîmée en cherchant à retirer les dents linguales : ce qui en a été vu est représenté fortement grossi, Pl. VI, fig. 7.

la masse buccale et cette partie de l'œsophage qui se trouve en avant du cartillage perineural. Elles sont immédiatement appliquées contre le bulbe buccal (1) et ramifiées au dos des ganglions brachiaux (*a*, fig. 3, Pl. v).

Les glandes postérieures de *Spirula peronii* sont placées dorsalement, immédiatement en arrière de la capsule cartilagineuse et en avant du foie, s'étendant de chaque côté de l'œsophage (Pl. III, *psl*) (2). Elles ont presque la même longueur que les capsules auditives, à la face dorsale desquelles elles se trouvent (dans la fig. 1, Pl. v, ces glandes sont pour la plus grande partie cachées par le foie, et la petite portion qui en est visible n'est pas lettrée).

Un conduit salivaire impair médian s'ouvre en avant de la « langue », sur le plancher de la cavité buccale (Pl. VI, fig. 8, *asd*) ; il n'a pu être suivi jusqu'à son extrémité postérieure, mais, par analogie avec les autres Dibranches, on peut affirmer que c'est le conduit unique des glandes salivaires postérieures (3).

L'œsophage, commençant à l'extrémité postérieure de la grosse masse buccale, se dirige en arrière et traverse le système nerveux central avec sa capsule cartilagineuse (*æ*, Pl. III) ; jusqu'au système nerveux, il forme une courbe concave en arrière (ventralement) ; alors, il se recourbe en sens inverse et, après avoir traversé le collier nerveux œsophagien, il passe ventralement en arrière, entre les glandes salivaires postérieures et les lobes du foie, puis, entre les grands muscles latéraux, il suit la ligne médiane vers la face ventrale ; ensuite, ayant atteint le niveau du premier tour de la coquille, il se courbe brusquement presque à angle droit et, se dilatant quelque peu, se termine dans la moitié droite ou cardiaque de l'estomac, par une étroite ouverture (Pl. VI, fig. 3, *Ca*). Cette

(1) Comme dans les *Ægopsides* (exemple : fig. L, X), où elles sont partiellement cachées sous la musculature superficielle du bulbe. On sait que, chez les *Myopsides*, cette paire antérieure est excessivement réduite et intrabulbaire.

(2) Dans *Spirula australis*, elles sont, d'après OWEN, fusionnées sur presque toute leur longueur (*Ann. Mag. Nat. Hist.* sér. 5, vol. III, Pl. II, fig. 10).

(3) Ces glandes, dites « postérieures », sont donc antérieures au point de vue morphologique, puisque leur conduit vient s'ouvrir plus en avant que ceux des glandes dites « antérieures ». — Les deux paires de glandes salivaires des Céphalopodes correspondent exactement aux deux paires existant chez les Amphineures, où l'une des deux s'ouvre aussi en avant de la radule (glandes subradulaires de *Chiton*), par un conduit unique (Néoméniens).

dernière est limitée du côté gauche, par une lèvre peu élevée, dont la continuation borde une faible rainure dans la paroi de l'extrémité cardiaque de l'estomac.

Cette portion terminale, dilatée, de l'œsophage a des parois épaisses et glandulaires, de sorte qu'elle forme une sorte de « proventricule » rudimentaire.

L'estomac est divisé en deux chambres : droite ou cardiaque (estomac proprement dit), et gauche ou pylorique ; ces deux divisions sont séparées par une constriction dans la paroi antérieure. La chambre cardiaque (*cr*, Pl. VI, fig. 1-3) fait saillie dans la portion de la cavité viscéro-péricardique qui est située à droite du septum formé par les tours de la coquille ; la chambre ou appendice pylorique (*py*, Pl. VI, fig. 1-3) s'enfonce dans la moitié opposée de cette dernière cavité, la portion médiane reposant sur la paroi du corps qui couvre la coquille.

Lorsque l'estomac est ouvert, on voit que chacune de ses divisions forme une sorte de grand appendice : celui du côté droit est subcylindrique et a des parois épaisses et musculaires ; tandis que celui de gauche est séparé du reste de l'organe par un étranglement distinct et que ses parois, comme celles de la portion médiane de l'estomac, sont minces et semi-transparentes ; en avant de cet étranglement, sa surface paraît marquée de nombreuses stries transversales.

L'épaississement des parois de la poche cardiaque est presque limité à son côté gauche (externe) et provient surtout du renforcement de l'enveloppe musculaire de cette région ; la muqueuse du sac cardiaque paraît également épaisse et peu compacte dans toute son épaisseur. Mais le revêtement musculaire du côté droit (axial), n'est pas beaucoup plus fort que celui du reste de l'estomac.

L'appendice pylorique a la forme d'un sac ovoïde spiralé (fig. 2, Pl. VI), relié à la cavité stomacale par un large col. Sa face intérieure est marquée par un profond plissement ou dépression (*a*, fig. 3, Pl. VI), auquel correspond une saillie falciforme, à l'intérieur du sac. L'intérieur du col est lisse ; mais, où il passe au cæcum pylorique même, commencent de nombreux plis de la membrane muqueuse, qui deviennent de plus en plus fort et saillants, rayonnant avec une légère courbure spirale sur la surface interne du sac (fig. 4, Pl. VI) et convergeant sur sa face opposée. La surface des plis est elle-même marquée de sillons obliques serrés.

La jonction entre la division pylorique de l'estomac et l'intestin est marquée seulement par un léger pli, représentant une valve pylorique.

Au côté droit de l'appendice cardiaque, chez *Spirula peronii*, est attaché un corps allongé, recourbé et blanchâtre (z, fig. 3, Pl. vi), d'apparence glandulaire, qui se trouve dans le pli du « péritoine » dont prend naissance le pédoncule de l'ovaire; dans *S. reticulata*, ce corps n'a pas été vu.

Le foie consiste en deux masses compactes égales, une droite et une gauche, qui occupent tout l'espace laissé libre par les otocystes, les glandes salivaires et l'œsophage, dans la moitié antérieure de la cavité du corps (Pl. iii, hp). Chacun d'eux est prolongé par un lobe postérieur (fig. 1, Pl. vi), qui, avec son correspondant, remplit le sac palléal occupant la dernière chambre de la coquille (Pl. v, fig. 1, hp).

Les deux conduits hépatiques vont de la région antérieure du corps à la postérieure, avec l'œsophage (Pl. iii, hpd), l'un passant derrière, l'autre devant la division gauche de l'estomac (Pl. vi, fig. 1); ils s'unissent et se jettent dans le cæcum pylorique. Après avoir atteint l'estomac, chaque conduit se garnit d'un grand nombre de cæcums « pancréatiques » villos (Pl. vi, fig. 1, 2). Le sac pylorique de l'estomac et les appendices pancréatiques des conduits hépatiques sont librement entourés par une mince membrane transparente (ptn, Pl. iii), qui est une invagination du « péritoine » ou paroi de la cavité viscéro-péricardique, dans laquelle ils font ainsi saillie.

L'intestin est très court et relativement large; il naît de la moitié gauche de la poche stomacale. Il

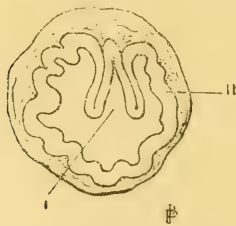


Fig. O. — Section transversale de l'intestin de *Sepia*, X 18. I, sillon longitudinal; II, épithélium intestinal.

se dirige vers le bas et en avant, au côté gauche de la spire de la coquille et se rétrécit graduellement; il se termine à l'anus qui est placé à l'extrémité d'une faible papille conique, dans *Spirula peronii* (an, Pl. iii), tandis qu'il est absolument sessile chez *S. reticulata* (fig. r, IX). Cette

ouverture anale n'a pas d'appendices filiformes tels qu'on en trouve dans les autres Céphalopodes dibranches. L'intestin présente inté-

rieurement un sillon longitudinal limité par deux replis très saillants, comme chez tous les Céphalopodes étudiés à ce point de vue (fig. o) (1)

La petite poche à encre est située ventralement (*ik*, Pl. III), dans l'anse formée par l'intestin (fig. R, IV) ; elle s'ouvre dans l'intestin tout auprès de l'anus.

*
* *

IV. SYSTÈME CIRCULATOIRE.

Le cœur est situé dans la cavité viscéro-péricardique vers la face ventrale, en avant de la spire de la coquille, et sous l'intestin et les reins (fig. 8, Pl. VI).

Il est (surtout dans l'individu de *Spirula reticulata* étudié) fort aplati dorso-ventralement et asymétrique (fig. P) : le ventricule est presque entièrement placé à droite de la ligne médiane ; à gauche se trouve seulement une saillie vers le vaisseau branchio-cardiaque ou oreillette.

Le ventricule est pointu en avant et en arrière, chaque pointe étant la naissance d'une aorte ; mais les deux aortes ne sont pas sur une même ligne : l'antérieure étant oblique du dehors vers l'axe.

L'aorte céphalique, ou antérieure proprement dite, se dirige vers la tête ; sa distribution n'a pu être suivie dans le *Spirula reticulata* incomplet étudié ; chez le *S. peronii*, une branche principale passe

(1) *Ommatostrephes*, *Sepiola*, *Sepia*, *Octopus*, *Nautilus*. Un semblable sillon n'a été rencontré chez d'autres Mollusques que dans certains Rhipidoglosses et Lamellibranches (exemple, *Trochus* et *Ostrea*). Mais, dans les portions initiales de l'intestin des Mollusques, il y a un bourrelet longitudinal (typhlosolis) correspondant : de nombreux Lamellibranches étudiés à ce point de vue (*Anodonta*, *Anomia*, *Aspergillum*, *Donax*), et les Gastropodes, y compris les « Ptéropodes » (*Paludina*, *Helix*, *Auricula*, *Tritonia*, *Eolis*, *Actæon*, *Limacina*, *Glio*), et *Chiton* parmi les Amphineures. Chez tous ces animaux, l'intestin étant fortement enroulé, il est difficile de déterminer la position morphologique de ce typhlosolis ; mais, chez les Céphalopodes, où l'intestin est seulement recourbé et non contourné, on peut voir que le typhlosolis sillonné occupe le côté dorsal, comme c'est le cas aussi pour l'organe de même nom, bien connu chez les Oligochètes. Il est donc vraisemblable que le sillon cilié dorsal des Néoméniens y correspond aussi.

(comme dans les autres Céphalopodes) entre les centres pédieux et viscéraux (fig. 4, Pl. v, *ar*). L'aorte postérieure, courte (fig. P),

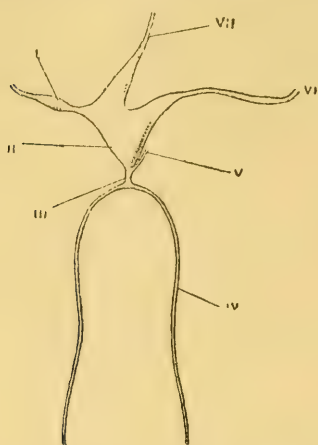


Fig. P. — Cœur de *Spirula reticulata*, vue ventrale, $\times 4$. I, oreillette droite; II, ventricule; III, aorte postérieure; IV, artère palléale postérieure; V, artère récurrente (génitale); VI, vaisseau branchio-cardiaque (oreillette) gauche; VII, aorte antérieure.

donne immédiatement, à gauche, une branche récurrente (aorte « antérieure ») qui dessert le rectum et, au moins en partie, les organes génitaux (c'est là un caractère d'Egopside: ce vaisseau naissant antérieurement et directement du ventricule, dans les Myopsides; la disposition observée dans *Spirula* et les Egopsides est évidemment primitive, les parties irriguées par cette artère étant morphologiquement postérieures).

Elle arrive alors aussitôt à la coquille et se bifurque, donnant de chaque côté de la coquille une branche palléale (IV, fig. P) qui se continue jusqu'au disque terminal et aux nageoires.

La veine cave est située très ventralement; sa portion terminale (postérieure) était seule visible dans le *Spirula reticulata* incomplet étudié. Elle reçoit un tronc venu du dos et traversant le fond du petit sac viscéral de la dernière loge: ce tronc provient de la réunion des deux veines nées des sinus entourant les ganglions étoilés, veines accompagnant la commissure de ces derniers, et son nerf médian (fig. N, IV et II). Au dos de l'anus, sous la jonction des nerfs viscéraux, la veine cave se divise en deux branches dirigées en arrière et vers les côtés (fig. S): chacune d'elles traverse une poche rénale (voir plus loin), s'y joint à la veine abdominale correspondante (fig. S, VI) qui présente l'élargissement caractéristique des Décapodes (Pl. VI, fig. *vv*), puis s'unit encore à la veine palléale (fig. S, VIII) en formant le cœur branchial (VII).

Ce dernier (Pl. VI, *brh*; Pl. IV, fig. 2 et 4, *brh*), aplati dorso-ventralement, porte un petit appendice ventral, dirigé vers la ligne

médiane (Pl. VI, fig. 8, *br. app* ; fig. s, III) et qui, chez *S. peronii* paraît villose (Pl. IV, fig. 4, a), comme la glande péricardique de *Nautilus*, à laquelle il correspond morphologiquement. Du cœur branchial sort le vaisseau branchial afférent, plus court à droite qu'à gauche (fig. s, IX) et passant à la surface du sac viscéral, au côté ventral de l'oviducte (*br a*, fig. 5, Pl. IV).

Ce vaisseau branchial afférent passe au côté dorsal de l'axe branchial. Les branchies, situées très latéralement, presque vers la face dorsale, ont déjà été décrites plus haut (voir : cavité palléale).

Les vaisseaux branchiaux efférents occupent le côté ventral des axes branchiaux ; au sortir de la branchie, ils passent en avant des vaisseaux afférents qui leur sont parallèles, puis au dos de ces derniers et des reins. Celui du côté droit est beaucoup plus court que le gauche (comme chez *Ommatostrephes*, *Loligo*, etc.) (fig. p, I ; et Pl. VI, 8, *aur*, *aur*¹) ; il est aussi plus renflé, constituant une oreillette apparente, tandis qu'à gauche, le vaisseau branchio-cardiaque est long et à diamètre sensiblement constant : ces deux troncs, contractiles chez les Céphalopodes, méritant d'ailleurs le nom d'oreillettes ; ils se jettent de chaque côté dans le ventricule (fig. p ; et Pl. VI, fig. 8).

Entre la portion du manteau renfermée dans la dernière loge de la coquille et la partie du sac viscéral qui y est contenue, se trouve,

chez *Spirula reticulata*, un sinus nettement limité (fig. Q, IV), à parois assez épaisses, communiquant avec la cavité du siphon membraneux ; il n'a pas été vu d'autre communication à ce sinus, mais il est certainement

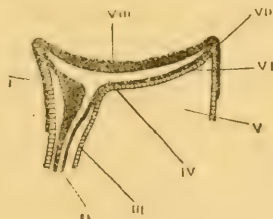


Fig. Q. — Coupe sagittale médiane de la dernière portion du siphon, vue du côté gauche, grossi. I, manteau réfléchi sur la coquille (côté ventral) = P⁸, pl. III ; II, siphon membraneux ; III, siphon coquillier ; IV, sinus palléo-siphonal ; V, avant-dernière chambre de la coquille ; VI, dernière cloison ; VII, manteau réfléchi sur la coquille (côté dorsal) = P⁵, pl. III ; VIII, partie de la masse viscérale (foie) contenue dans la dernière chambre.

à présumer qu'il présente en quelque endroit un orifice contractile analogue à la « valvule de Keber » des Lamellibranches.

L'action physiologique de ce sinus paraît fort importante et règle vraisemblablement les conditions hydrostatiques de *Spirula* et, par suite, la production des nouvelles chambres de la coquille. En effet, la cavité du siphon membraneux est un sinus sanguin continu avec le précédent (dans l'élargissement terminal du siphon, cette cavité occupe le côté dorsal : fig. Q). Ce siphon membraneux peut donc être distendu par le sang venu du sinus palléal ; et, l'étranglement de sa portion proximale par le bouchon hermétique du siphon coquillier (fig. B, I) lui permet, lors de sa turgescence, de comprimer le gaz contenu dans le siphon coquillier, sans que ce gaz puisse refluer dans la dernière loge, sous la masse du foie. On s'explique ainsi qu'il puisse produire une rupture d'équilibre, en contractant ou distendant ce gaz, suivant que *Spirula* veut descendre ou monter, la pression restant toujours constante dans les chambres à air, tout à fait séparées du siphon.

D'autre part, lorsque par la croissance continue, le poids de l'animal menace de devenir trop fort pour l'appareil hydrostatique constitué par les chambres à air de la coquille, la distension du sinus palléo-siphonal repousse insensiblement en avant la masse viscérale reposant sur la dernière cloison, et permet ainsi la continuité de la sécrétion de la coquille par les bords du manteau véritable (bords de P⁷, Pl. III) ; la dernière loge se forme ainsi complètement. Puis, la contraction du sinus évacuant cette dernière, une nouvelle cloison se sécrète à son tour par toute la surface du manteau véritable (P⁷, Pl. III), en même temps que le nouveau segment du siphon coquillier est produit par le siphon membraneux (1).

*
* *

(1) Il est évident qu'une interprétation mécanique des moyens de progression dans la coquille et d'ascension et de descente dans l'eau, est seule admissible, et qu'aucun naturaliste n'acceptera celle proposée par BARRANDE en 1877 : « Ils doivent donc leur avoir été inspirés et imposés par le créateur, au moment où les Céphalopodes ont été introduits parmi les habitants des mers siluriennes. (BARRANDE. Céphalopodes. Études générales, Prague, 1877, p. 210).

V. SYSTÈME EXCRÉTEUR.

La *cavité viscéro-péricardique* occupe la partie postérieure du corps, en avant et de part et d'autre de la portion centrale de la coquille qui la divise presque complètement en deux moitiés, communiquant entre elles en avant du dernier tour; cette communication s'étendant un peu en arrière, chez *Spirula peronii*, entre le dernier et l'avant-dernier tour (*w*¹¹, Pl. III et Pl. VI, fig. 2, 4). Cette cavité renferme le cœur et l'ovaire (les deux individus étudiés étaient femelles). Les portions postérieures de l'estomac, quoique faisant saillie dans la cavité viscéro-péricardique, sont situées en dehors de la membrane « péritonéale » qui limite celle-ci (*ptn*, Pl. IV, fig. 4).

Elle ne possède pas d'ouvertures qui la fasse communiquer directement avec le dehors, comme c'est le cas pour celle (cœlome) de *Nautilus*. Les orifices observés sur le *Spirula* du Challenger (Pl. IV, fig. 2, *ab*; fig. 4, *b*, fig. 5, *w*¹) ont été reconnues des productions artificielles.

Les *reins* se trouvent derrière les glandes nidamentaires, de chaque côté du rectum, à la face ventrale du sac viscéral (fig. R, III). Ils sont de forme presque triangulaire et sans communication l'un avec l'autre (1).

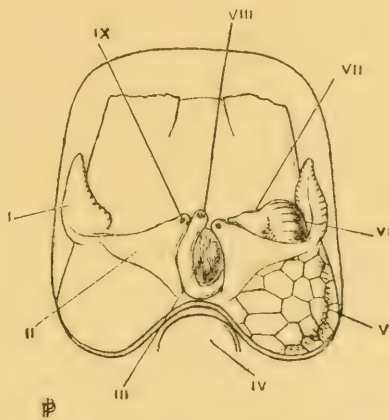


Fig. R.—Cavité palléale de *Spirula reticulata*, ouverte, toutes les glandes nidamentaires étant enlevées; vue ventrale, $\times 4$. I, branchie; II, rein; III, poche à encre; IV, coquille; V, œufs dans l'oviducte; VI, glande oviductale; VII, ouverture de l'oviducte; VIII, anus; IX, orifice extérieur du rein.

(1) Contrairement à ce que dit OWEN, qui parle d'un seul sac rénal. (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 5, vol. III, p. 11).

La veine cave, comme on l'a vu plus haut, se divise, au dos de l'anus, en deux branches dirigées en arrière : chacune passe dans une poche rénale, s'y joint à la veine abdominale correspondante et forme avec elle le vaisseau branchial afférent ; toute la portion de ces vaisseaux contenue dans la cavité rénale est recouverte par les corps spongieux (fig. s, IV) qui constituent l'épithélium excréteur des reins.

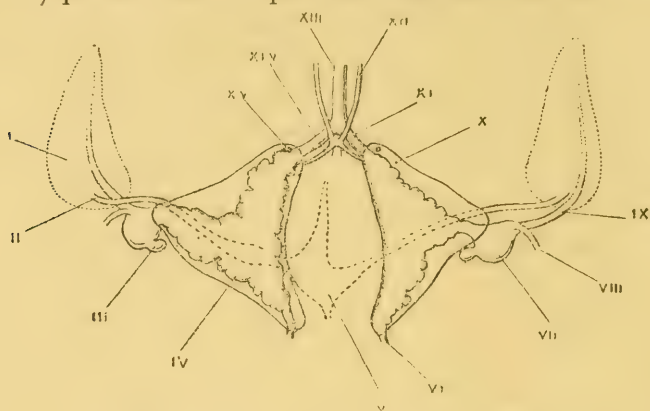
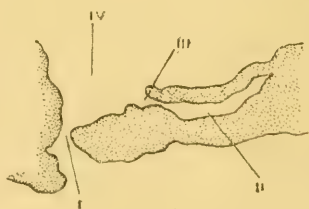


Fig. S. — Vue ventrale des reins de *Spirula reticulata*, $\times 8$. I, branchie ; II, vaisseau branchio-cardiaque (oreillette) ; III, appendice du cœur branchial ; IV, corps spongieux du rein ; V, ventricule ; VI, veine abdominale ; VII, cœur branchial ; VIII, veine palléale postérieure ; IX, vaisseau branchial afférent ; X, point où s'ouvre le conduit réno-péricardique ; XI, jonction des deux nerfs viscéraux ; XII, nerf viscéral ; XIII, veine cave ; XIV, nerf branchial ; XV, ouverture extérieure du rein.

Les deux orifices rénaux extérieurs sont situés de part et d'autre de l'anus (à gauche, entre ce dernier et l'ouverture génitale) (fig. r, IX) ; ils sont sessiles, mais entourés d'un bourrelet saillant.

L'orifice réno-péricardique est voisin de l'ouverture rénale extérieure ; il se trouve plus latéralement que cette dernière (fig. s, X),

Fig. T. — Coupe transversale de l'orifice extérieur du rein gauche de *Spirula reticulata*, $\times 40$. I, orifice extérieur du rein ; II, conduit réno-péricardique ; III, orifice du conduit réno-péricardique ; IV, cavité rénale.



sur la face ventrale de la cavité rénale, menant dans un conduit réno-péricardique (fig. t, II) accolé à cette dernière, obli-

quement transversal et dirigé latéro-postérieurement en s'élargissant. Par analogie avec ce qui existe dans les autres Dibranches, on

doit supposer évidemment que ce conduit se continue vers le dos, avec la cavité viscéro-péricardique, en contournant le rein ; mais, sur le *Spirula reticulata* étudié, cela n'a pu être démontré positivement, la dissection ayant déjà été poussée trop loin à d'autres points de vue.

*
* *

VI. SYSTÈME REPRODUCTEUR.

1. Sexes. — Le spécimen du *Challenger*, celui du *Blake* et celui du Professeur GIARD, étaient des femelles ; de sorte que des six individus étudiés jusqu'ici à ce point de vue, cinq étaient femelles (DE BLAINVILLE, OWEN 1879, *Challenger*, *Blake*, GIARD), et un seul, mâle (OWEN 1880). Il est donc très vraisemblable qu'il y a, chez *Spirula*, hyperpolygynie, comme chez les autres Céphalopodes à hectocotyle non autotome.

2. Ovaire. — Cet organe occupe la plus grande partie de la moitié droite de la cavité viscéro-péricardique (Pl. I, fig. 6 ; Pl. IV, fig. 1), et dans le *Spirula reticulata* étudié, il envahit même en partie, par devant la coquille et au dos de cœur, la moitié gauche de cette cavité.

Il est attaché au côté postéro-externe (droit) de l'estomac proprement dit ou sac cardiaque (fig. 2, Pl. VI), comme dans les Ommatostrephidae, par exemple (1). Il naît de la paroi célomique (ou « péritoine ») par un pli qui lui constitue un pédoncule et renferme les vaisseaux sanguins sur lesquels l'ovaire forme une sorte de grappe (pour les œufs, voir plus loin : ponte).

3. Oviducte. — Il est situé à gauche (2) et y occupe la plus grande partie de la région ventrale de la moitié postérieure du corps,

(1) Contrairement à ce que dit OWEN (*loc. cit.*, p. 12), d'après lequel l'ovaire est à gauche.

(2) Et non à droite, comme l'indique le *Traité de Zoologie* de CLAUS (2^e édit. franç., p. 1082).

tant dans *Spirula peronii* (Pl. IV, fig. 2, *ov*) que dans *S. reticulata* (fig. R, VI); dans les deux spécimens étudiés il était absolument bourré d'œufs pressés les uns contre les autres. L'oviducte passe sous le vaisseau branchio-cardiaque (Pl. IV, fig. 4, *od*), c'est-à-dire au côté dorsal de celui-ci, comme dans les Œgopsides (*Ommatos-trephes*, *Onychoteuthis*, *Enoploteuthis*, etc). Vers son extrémité, il s'infléchit vers la ligne médiane (fig. R, *e*) et y présente une glande oviducal renflée, de forme arquée (fig. 5, Pl. IV), à stries parallèles (fig. R, VII). Enfin l'oviducte s'ouvre, aussitôt après, obliquement, son ouverture étant antérieure, tandis que l'extrémité en est dirigée transversalement, vers l'axe), au côté gauche de l'orifice rénal, presque au même niveau (fig. R, VIII).

4. Glandes nidamentaires. — Tout en arrière de la cavité pal-léale, sur la face ventrale de la masse viscérale, se trouve de chaque côté de la glande du noir (Pl. I, fig. 7), une glande nidamentaire renflée, de forme irrégulièrement ovoïde, à grand axe oblique, à aspect rayonné et de conformation feuilletée (fig. c, IV; Pl. I, fig. 6; Pl. II, fig. 1 et Pl. IV, *ng*), comme dans la majorité des Décapodes.

En avant des glandes nidamentaires, et partiellement sous leur portion antérieure, il existe, dans le *Spirula* du *Challenger* (Pl. I, Pl. III, *x*), du *Blake* (Pl. II, fig. 1, 2, *x*) et du Professeur GIARD



Fig. U. — Coupe transversale d'une glande nidamentaire accessoire de *Spirula reticulata*, $\times 18$.
I, côté ventral; II, pore glandulaire.

(fig. c, III), des saillies constituant des organes pleins, compacts, presque en contact l'un avec l'autre sur la ligne médiane. Ces saillies recouvrent les reins décrits

plus haut, mais n'ont d'ailleurs aucun rapport avec eux : ils peuvent s'enlever sans que les cavités rénales soient ouvertes ; ils appartiennent donc aux téguments.

Leur structure (dans le spécimen imparfaitement préparé qui a été étudié) révèle suffisamment le caractère et le rôle glandulaire de ces organes (fig. U). Ils sont formés de multiples culs-de-sac s'ouvrant

à la face ventrale par de petits pores. Outre leur structure, leur situation les détermine comme glandes nidamentaires accessoires (comparer notamment à un jeune *Sepia* [1]); le fait que ces organes n'ont pas encore été signalés dans les *Spirules* décrites jusqu'ici, ne doit pas étonner, et permet de supposer que ces spécimens n'étaient pas tout à fait à maturité : les glandes nidamentaires accessoires sont en effet peu développées et très peu visibles dans les individus immatures (2).

5. Ponte. — Elle est inconnue. Mais on sait toutefois que les œufs contenus dans l'oviducte sont assez gros (fig. R; Pl. IV, fig. 3, *ov*) et à vitellus abondant, comme le montre la structure de l'ovule ovarien, pourvu d'un follicule vitellogène à multiples plissements dans l'intérieur de l'œuf (fig. V, I). D'autre part, on peut aussi affirmer que les œufs pondus sont enveloppés d'une coque assez épaisse, puisque *Spirula* est pourvu non seulement d'une glande oviducale, mais encore de glandes nidamentaires proprement dites et accessoires.

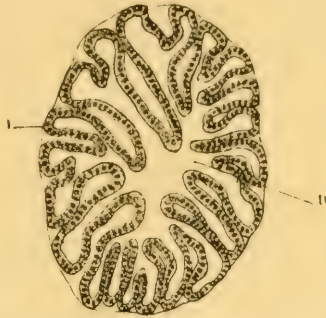


Fig. V. — Coupe transversale d'un œuf ovarien de *Spirula reticulata*, $\times 100$. I, follicule vitellogène; II, substance de l'œuf.

*
* * *

(1) BROCK. Ueber die Geschlechtsorgane der Cephalopoden, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXII, pl. III, fig. 28.

(2) BROCK, *loc. cit.*, p. 72.

VII. SYSTÉMATIQUE.

Une dizaine de noms spécifiques différents ont été appliqués aux coquilles du genre *Spirula*. Mais, de l'avis même d'un conchyliologue (1) : « it is impossible to determine to which of the species (if they are distinct) the names *applied to the shells* belong ».

D'autre part, le nombre des spécimens complets de *Spirula*, qui ont été bien étudiés et décrits est excessivement restreint (voir Introduction) : il en résulte qu'il n'y a pas moyen d'attacher une valeur définitive aux anciens noms imposés ou adoptés, faute de caractères distinctifs suffisants.

D'une façon provisoire, je propose de considérer comme type de l'espèce *Peronii*, le spécimen du *Challenger* ; comme type de l'espèce *australis* (= *laevis* GRAY), le spécimen décrit par OWEN en 1879 et auquel paraît se rapporter le *Spirula* du *Blake* ; enfin comme type de l'espèce *reticulata* (= *vulgaris*, LEACH), le spécimen du Professeur GIARD. De sorte qu'on peut établir provisoirement le tableau suivant, que la connaissance et la comparaison désirables de futurs spécimens pourront rectifier :

1 Disque terminal séparé du manteau par un sillon profond..... 2.

Pas de sillon sensible séparant le manteau du disque.

S. Peronii, LAM. (Pl. I, fig. 1-4).

2 Réticulation sous-épidermique peu sensible.

S. australis, LAM. (Pl. II, fig. 1-3).

Réticulation sous-épidermique très marquée.

S. reticulata, OWEN. (Fig. A, C, I, J, N).

*
* *

(1) GRAY. Catalogue of the Mollusca in the British Museum, part. I, Cephalopoda antepedia, p. 115.

VIII. ÉTHOLOGIE.

Les conditions d'existence de *Spirula* sont presque entièrement inconnues.

On sait que les coquilles de ce genre sont rejetées en très grande quantité sur certains rivages, et que, ne pouvant aller au fond, à cause de leur légèreté, elles sont souvent emportées par les courants, à des distances considérables. Il en est de même pour l'animal, une fois *mort*; il est entraîné à la surface, par sa coquille jouant le rôle de flotteur (exemples: le spécimen de PÉRON, ceux de la « Recherche » [ROBERT, 1836], ceux du Professeur GIARD), ou même jusque sur l'une ou l'autre côte (exemples: le spécimen de OWEN [1879], et celui du Musée de Sydney).

Mais jamais on n'a recueilli de *Spirula* vivant, à la surface, ni même auprès de la surface (1).

Les seuls individus que l'on ait dragués l'ont été par 360 brasses (spécimen du *Challenger*) ou 950 brasses (celui du *Blake*); et ces individus eux-mêmes n'étaient plus vivants.

Spirula n'est donc pas un animal pélagique: il doit habiter dans de très grandes profondeurs.

En effet, si l'on examine les diverses localités connues où *Spirula* a été rencontré, et celles où sa coquille est rejetée en grande

(1) GRAY (On the animal of *Spirula*, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 1, vol. XV, p. 259) dit « I am informed by M. CLAUSEN that he had several specimens of this » animal alive, and kept them some time in a vessel filled with sea-water, and » that they had the power of ascending and descending at pleasure ». — Mais d'une indication aussi peu précise, on ne peut acquérir aucune certitude qu'il s'agit bien de *Spirula*, nulle autre mention n'ayant été faite par M. CLAUSEN d'un fait aussi important.

quantité, on trouve qu'elles appartiennent seulement à quelques centres principaux :

1. Entre l'Australie et la Nouvelle-Zélande (1) ;
2. Mer de Banda (2) ;
3. Mer des Antilles (3) ;
4. N.-O. de l'Afrique (4).

Or, dans chacun de ces centres ou immédiatement auprès, se trouvent, pour employer le terme consacré en géographie physique, des « fosses » ou surfaces océaniques relativement peu étendues, à profondeur très rapidement croissante jusqu'à 4000 et même 7000 mètres (5). On peut donc prédire avec assez de certitude que, pour trouver des *Spirula* complets, il faut chercher en eau profonde, dans l'une ou l'autre des fosses sus-indiquées.

Pour ce qui est de la manière de vivre de *Spirula*, AGASSIZ a supposé, d'après la disposition des chromatophores, que la partie postérieure des individus vivants reste enfoncée dans la boue du fond. Or, dans les deux spécimens du *Challenger* et du *Blake*, on observe précisément que les chromatophores sont spécialement conservés à la partie postérieure (Pl. II, fig. 1, 2; Pl. VI, fig. 14). Au reste, l'entonnoir de *Spirula* est aussi bien développé que chez les autres Céphalopodes; ce genre n'est donc pas sédentaire, mais bien nageur, ce que confirme d'ailleurs l'existence de nageoires à la partie postérieure : ces nageoires ne s'y trouveraient évidemment pas si cette région s'enfonçait dans la vase.

Si maintenant on compare les faits suivants: d'une part, que *Spirula* est nageur, et qu'il se maintient dans les profondeurs (puisqu'il n'a jamais été observé vivant, à la surface ou auprès d'elle), — et d'autre part, qu'aussitôt mort, l'animal est entraîné par sa coquille vers la surface, — on doit évidemment conclure que l'animal vivant comprime une partie des gaz contenus dans le « phragmocône » : vraisemblable-

(1) Spécimens de PÉRON, du Musée de Sydney et de OWEN (1879).

(2) Débris de RUMPHIUS (Amboine), de OWEN (Timor) et spécimen du *Challenger*.

(3) Spécimen du *Blake*.

(4) Spécimens de CRANCH (expédition anglaise du Congo), de ROBERT, du Professeur GIARD, et un autre, mutilé, que M. ALFRED E. GRAVEN me dit avoir pris entre Madère et les Canaries.

(5) Voir notamment la grande carte (planisphère) accompagnant le « Narrative of the Cruise of H. M. S. *Challenger* », ou la carte N° 19 (Seetiefen) du « Physikalischer Atlas » de BERGHAUS.

ment le gaz renfermé dans le siphon, et ce, par l'action du sinus palléosiphonal, comme il a été expliqué plus haut (voir système circulatoire).

La rareté de *Spirula* est ainsi expliquée par l'abyssalisme de cet animal. Il faut en effet que cette rareté soit des plus grandes, pour que, chez les habitants de certaines îles du Pacifique Sud — où les coquilles de *Spirula* sont extrêmement abondantes — règne l'opinion que ces coquilles « n'ont pas d'animal ».

La circonstance que les individus trouvés flottants ou jetés à la côte, sont le plus ordinairement incomplets et mutilés, pourrait s'expliquer par l'interprétation de ROBERT, d'après lequel les Siphonophores (*Physalia*) font leur proie des Spirules, et qui dit (1) qu'un des spécimens capturés par la « Recherche » « a été pris entre les tentacules de Physalies ».

*
* *

IX. PHYLOGÉNIE.

La position systématique de *Spirula* parmi les Céphalopodes dibranches n'est nullement fixée.

En 1879, BROCK émettait l'avis que *Spirula* doit être rangé parmi les Décapodes Myopsides (2). Mais, dans un travail ultérieur (3), il revenait de cette opinion, déclarant que *Spirula* n'a rien à faire avec les Myopsides, qu'il est *douteux* qu'il soit Cégopside, et probable qu'il représente un groupe spécial.

En 1881, STEENSTRUP maintint pourtant l'avis que *Spirula* est un Myopside (4); et cette manière de voir est généralement adoptée dans les traités de Conchyliologie.

(1) *Comptes rendus*, t. II, 1836, p. 363.

(2) BROCK. Studien über die Verwandtschaftsverhältnisse der Dibranchiaten Cephalopoden, Erlangen, 1879, p. 21.

(3) BROCK. Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden, *Morph. Jahrb.*, Bd. VI, 1880, p. 84.

(4) STEENSTRUP. Sepiadarium og Idiosepius, *loc. cit.*, 1881, p. 237: « Non seulement parmi les Myopsides, mais aussi dans la division des Sépiens ».

Les faits exposés plus haut, relativement à l'organisation du genre, montrent que ce genre n'a rien du tout à faire avec les Myopsides, mais qu'il est bien un Œgopside, par l'ensemble des caractères suivants :

Œil à « cornée » (fausse cornée) largement ouverte ;
Système nerveux central très allongé ;
Étroite jonction des nerfs viscéraux au dos de l'anüs ;
Glandes salivaires « antérieures » bien développées ;
Foie non traversé par l'œsophage, l'aorte, etc. ;
Aorte postérieure à branche récurrente (génitale) ;
Orifices rénaux sessiles ;
Bras tentaculaires incomplètement rétractiles.

Cette conclusion que *Spirula* (dont l'archaïcité est incontestable [1]) est un Œgopside, concorde avec le fait que les Œgopsides sont certainement les plus archaïques des Dibranches.

Si l'on veut maintenant rechercher l'origine de *Spirula*, on doit évidemment reconnaître qu'il s'est détaché très tôt de la souche des Œgopsides, avant l'acquisition du rostre caractéristique de tous les Dibranches testacés, et avant que le phragmocône (correspondant à la coquille des Mollusques) soit devenu interne et se soit réduit (il l'est déjà, chez *Belemnites*, bien plus que chez *Spirula*).

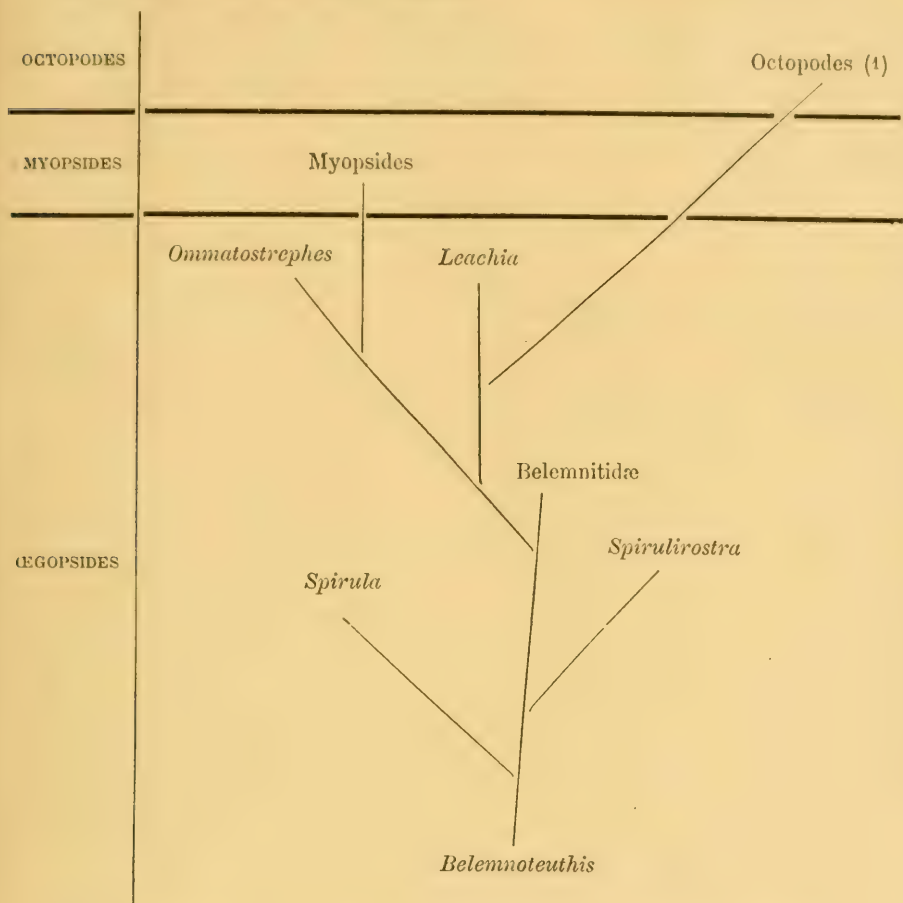
La conclusion qu'il s'est détaché de bonne heure de la souche des Œgopsides concorde avec le fait que *Spirula* a subi, dans la direction qu'il a suivie, quelques spécialisations qui ne s'observent pas chez la généralité de ces Œgopsides : perte de l'oviducte droit (dont il n'a pas été trouvé de traces sensibles) ; acquisition de glandes nidamentaires accessoires.

En résumé, on peut dire que *Spirula* doit provenir d'une forme bélemnitoïde encore sans rostre (comme *Belemnoteuthis*), dont le phragmocône droit, encore externe (au moins en partie), s'est enroulé en sens inverse de celui de *Nautilus* (2) ; et on peut repré-

(1) Notamment à cause des caractères suivants : coquille encore partiellement externe ; anus sans valvules, comme chez *Nautilus* ; reins encore sans communication l'un avec l'autre ; cavité palléale peu profonde.

(2) Il paraît tout à fait probable que *Spirula* provient d'un ancêtre droit et non d'une forme enroulée en sens inverse (comme *Nautilus*) ; car il n'y a rien dans son organisation qui montre qu'il aurait été déroulé puis réenroulé en sens inverse.

senter, par le tableau suivant les relations phylogénétiques de *Spirula* avec les autres Dibranches :



(1) Les relations des Octopodes avec les Cegopsides (plus archaïques) et spécialement le groupe de *Leachia*, sont démontrées par les faits suivants :

1° Certains de ces derniers n'ont plus que huit bras (*Leachia*, *Chaunoteuthis*, *Chiroteuthis Bonplandi*, *Veranya* adulte, le Céphalopode (embryon) de Grenacher ;

2° *Cranchia* et *Leachia*, parmi les Cegopsides, et la généralité des Octopodes sont dépourvus d'un « appareil de résistance » (pour la fermeture de la cavité palléale) bien développé ;

3° Les Octopodes, comme les Cegopsides, ont encore deux paires de glandes salivaires bien développées ;

4° *Leachia* et *Chiroteuthis Bonplandi* n'ont plus de valvule infundibulaire, comme les Octopodes ;

5° Les reins des Octopodes et des Cegopsides s'étendent seulement au côté ventral du sac viscéral ;

6° Les Octopodes et les Cegopsides ont deux oviductes ;

7° *Cranchia* et *Leachia* n'ont plus de glandes nidamentaires comme les Octopodes.

8° Chez les Octopodes, comme les Cegopsides, on trouve des cas de bras hectocotylisés à droite ou à gauche.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche I.

Spirula Peronii, femelle (spécimen du *Challenger*) : toutes les figures sont à l'échelle $\frac{2}{1}$.

Fig. 1. — Côté gauche.

Fig. 2. — Côté droit.

Fig. 3. — Face « dorsale ».

Fig. 4. — Extrémité aborale ou « postérieure ».

Fig. 5. — Face dorsale, la partie libre du manteau coupée sur la ligne médiane dorsale et ses deux moitiés écartées.

Fig. 6. — Face ventrale, la partie libre du manteau coupée suivant la ligne médiane et ses portions latérales écartées ; en outre, la paroi du côté droit de la masse viscérale est enlevée de façon à laisser ouverte la moitié droite de la cavité viscéro-péricardique.

Dans toutes les figures :

a. b., traces laissées par la matière colorante des yeux sur la face intérieure du manteau par suite de la grande contraction de celui-ci ; *an*, anus ; *br*, *br*¹, branchies ; *di*, cartilage nuchal ; *EE*¹, yeux ; *FF*¹, nageoires ; *fs*, fossette terminale et sa papille ; *Ic*, collier de l'entonnoir ; *ik*, poche à encre ; *Iv*, valvule de l'entonnoir ; *li*, *li*¹, cartilages de l'entonnoir ; *ng*, *ng*¹, glandes nidamentaires ; *ol*, *ol*¹, fossettes olfactives ; *om*, masse de l'ovaire ; *od*, oviducte ; *pb*, *pb*¹, ligaments pallio-branchiaux ; *P*, *P*¹, manteau ; *Pd*, *Pl*, *Pl*¹, saillie dorsale et latérales du bord libre du manteau ; *Sh*, coquille, vue par les ouvertures ventrale et dorsale du manteau ; *T*, *T*¹, bras tentaculaires ; *x*, glandes nidamentaires accessoires ; I, II, III, IV, I¹, II¹, III¹, IV¹, bras.

Planche II.

Fig. 1 — 3. *Spirula (australis?)*, femelle (spécimen du Blake), $\times 2$.

Fig. 1. — Vue ventrale.

Fig. 2. — Côté gauche.

Fig. 3. — Extrémité aborale. — Dans ces trois fig., les lettres ont la même signification que dans la Pl. I.

ag, ouverture du rein droit; *cr*, bande intérieure de chromatophores; *J*, entonnoir; *lpa*, cartilage latéral du manteau (formant avec *li*, l'appareil de « résistance » ou de fermeture de la cavité palléale).

Fig. 4 — 7. — *Spirula Peronii*, structure de la coquille.

Fig. 4. — Une cloison, de face.

Fig. 5. — Coupe sagittale médiane vers l'extrémité antérieure.

Fig. 6. — Coupe longitudinale vers l'extrémité apicale du tour de spire extérieur.

Fig. 7. — Chambre apicale et premier demi-tour de spire. — Dans les fig. 4 — 7 :

a, les saillies en forme de dents de l'extrémité apicale du tube siphonal de chaque chambre; *b*, bande d'épaississement intérieure ou ventrale; *c*, ligament joignant le cæcum siphonal à la paroi de la chambre apicale; *ch*, chambre; *ch*¹, chambre apicale; *ch*², *ch*³, *ch*⁴, deuxième, troisième, quatrième chambre; *prsp*, cæcum siphonal ou extrémité apicale fermée du siphon coquillier; *sp*, cloison; *sph*, tube siphonal.

Planche III.

Spirula Peronii, femelle (spécimen du *Challenger*).

Coupe sagittale, supposée prise à gauche du plan médian. Le lobe gauche du foie, la glande salivaire postérieure, la branchie gauche et la moitié gauche des mandibules et des lèvres sont enlevés, et la section passe par le centre de la fossette aborale; $\times 4$.

ad, « corps blanc »; *an*, anus; *Au*, otocyste droit; *C P*, « cephalopodium » (= tête + pied); *db*, mandibule dorsale; *di*, cartilage nuchal; *Eps*, « episoma » (= sac viscéral + manteau); *fos*, fossette aborale; *gp*, ganglion pédieux; *hp*, lobe droit du foie; *hpd*, conduit hépatique droit; *I*, entonnoir; *Ic*, collier infundibulaire; *ik*, poche à encre; *in*, intestin; *Is*, comme *Ic*; *le*, lèvre extérieure; *li*, lèvre intérieure; *ln*, « langue » ou organe subradulaire; *MS*, « mesosoma » (unissant le cephalopodium à l'épisoma); *MSm*, paroi musculaire de l'épisoma; *æ*, œsophage; *og*, ganglion optique; *op*, nerf optique; *P¹*, *P²*, *P⁴*, *P⁵*, bord du manteau aux ouvertures coquillières; *P³*, disque terminal du manteau, en arrière de la coquille, avec la fossette aborale; *P⁷*, surface du manteau sécrétant la coquille; *P⁸*, partie du manteau rabattue sur la paroi ventrale de la chambre antérieure de la coquille, sur la ligne médiane; *pc*, cæca pyloriques (follicules « pancréatiques »); *Pd*, *Pl*, saillies dorsale et latérale du bord libre du manteau; *Pnc*, capsule cartilagineuse périneurale ou cranienne, enlevée à gauche, pour montrer le ganglion optique gauche avec les fibres nerveuses qui en proviennent; *ps*, appendice pylorique spiralé (ou « sac pylorique »); *psl*, glande salivaire postérieure; *ptn*, « péritoine », paroi de la cavité viscéro-péricardique; *Pv*, bord ventral du manteau; *rd*, radule; *sh*, coquille; *sph*, siphon coquillier, *spt¹*, *spt²*, les deux dernières cloisons de la coquille; *st*, estomac (« sac cardiaque »); *T*, *T¹*, bras tentaculaires (le gauche *T¹* est représenté comme il était, replié dans son état de rétraction, mais le « coude » est tourné en dehors et vers le bas; *vb*, mandibule ventrale; *vn*, nerf viscéral allant vers le cœur et les branchies; *I*, *II*, *III*, *IV*, face intérieure des bras du côté droit; *IV¹*, base du bras correspondant de gauche.

Planche IV.

Spirula Peronii, femelle (spécimen du *Challenger*).

Fig. 1. — Côté droit ; les parois du manteau et de l'épisoma sont enlevées en arrière.

gs, ganglion étoilé ; *mr*, muscle rétracteur de l'entonnoir ; *a*, limite postérieure de la cavité palléale. — Les autres lettres comme dans les planches précédentes.

Fig. 2. — Côté droit, dissection poussée plus loin.

ab, sonde passée dans une ouverture reconnue ultérieurement artificielle, du côté intérieur de la racine de la branchie droite ; *bra*, vaisseau branchial afférent ; *brh*, cœur branchial ; *cs*, sac cardiaque de l'estomac ; *om*, racine de l'ovaire ; *w¹*, communication entre les deux moitiés de la cavité viscéro-péricardique. — Les autres lettres comme précédemment.

Fig. 3. — Côté gauche, la paroi de l'épisoma enlevée.

a, ligne de jonction du manteau au sac viscéral ; *b*, paroi de l'oviducte, partiellement enlevée ; *ov*, œufs.

Fig. 4. — Le même aspect que la fig. 3, montrant le contenu de la cavité viscéro-péricardique, après l'enlèvement de la masse des œufs.

a, appendice du cœur branchial gauche ; *b*, sonde passée dans l'ouverture artificielle de la cavité viscéro-péricardique ; *brh¹*, cœur branchial gauche ; *od*, oviducte ; *pc*, cæca pancréatiques ; *ps*, sac pylorique spiralé de l'estomac ; *p^{tn}*, membrane « péritonéale » entourant le sac pylorique et les cæca pancréatiques. — Autres lettres comme plus haut.

Fig. 5. — Partie supérieure du même aspect que la fig. 4, avec la branchie gauche rabattue.

a, sonde ; *bra*, vaisseau branchial afférent ; *M*, glande nidamentaire accessoire ; *w¹*, ouverture artificielle de la cavité viscéro-péricardique.

Planche V.

Spirula Peronii (spécimen du *Challenger*), système nerveux,
toutes les figures sont à l'échelle $\frac{4}{1}$.

Fig. 1. — Dissection vue du côté dorsal.

ad, corps blanc ; *Bm*, masse buccale ; *bmr*, rétracteurs de la masse buccale ; *brr*, rétracteurs des bras ; *E*¹, orbite ; *fn*, nerf de la nageoire ; *gc*, ganglion cérébral ; *gs*, ganglion étoilé ; *hp*, partie antérieure du foie ; *hp*¹, moitié postérieure des lobes du foie ; *I*, collier de l'entonnoir ; *Int*, téguments ; *M*, bouche ; *Msm*, muscles du mesosoma ; *α*, œsophage ; *og*, ganglion optique ; *P*, paroi de l'« épisoma » ; *pln*, nerf palléal ; *pnc*, cartilage périneural ou cranien ; *sbg*, ganglion « buccal supérieur » ; *shs*¹, *shs*², parties antérieure et postérieure du sac coquillier ; *slw*, paroi de la coquille ; *sph*, tubes siphonaux de la coquille ; *sphm*, siphon membraneux ; *spt*¹, *spt*², les deux dernières cloisons de la coquille ; *sv*, paroi de la coquille.

Fig. 2. — Vue générale du système nerveux, du côté dorsal.

gcls, ganglions pleuro-viscéraux (« chlamydo-splanchniques ») ; *gp*, ganglions pédieux ; *vn*, nerfs viscéraux. — Autres lettres comme plus haut.

Fig. 3. — Système nerveux, central, vu du côté gauche, avec le cartilage cranien sectionné où il passe au-dessus des ganglions cérébraux.

a, glande salivaire antérieure ; *Au*, otocyste ; *gp*, ganglions pédieux ; *gp*¹, ganglions brachiaux ; *in*, nerf de l'entonnoir ; *og*, ganglion optique droit ; *ogp*, pédoncule du ganglion optique gauche, coupé ; *pnc*¹, *pnc*², cartilage cranien sectionné ; *pnc*¹, large aile latérale du cartilage cranien ; *pnc*³, saillie médiane inférieure du cartilage cranien. — Les autres lettres, comme précédemment.

Fig. 4. — Système nerveux central vu du côté gauche, la moitié gauche du cartilage cranien étant enlevée.

ar, passage pour une artère; *cche*, connectif cérébro-pleural; *cpc*, connectif cérébro-pédieux; *gpc*, connectif brachio-pédieux; *pche*, court connectif pleuro-pédieux; *x*, connectif cérébro-brachial; 1, 2, 3, 4, 5, nerf des bras. — Autres lettres comme plus haut.

Fig. 5. — La « patte d'oie » (ganglions brachiaux) et ses connectifs avec les ganglions pédieux, les lobes droits et gauches écartés l'un de l'autre. — Lettres comme plus haut.

Fig. 6. — Le ganglion étoilé droit et le nerf de la nageoire.

ar, artère palléale; B, paroi viscérale de la cavité palléale F, nageoire; *vns*, sinus veineux.

Planche VI.

Fig. 1. — La plus grande partie du tube digestif, vue de dos, $\times 4$.

Fig. 2. — Vue ventrale de fig. 1, le foie enlevé.

Fig. 3. — Partie postérieure de l'œsophage, estomac et commencement de l'intestin; la paroi dorsale enlevée ainsi que l'extrémité du sac pylorique; vue interne.

Fig. 4. — Sac pylorique, vue intérieure.

Fig. 5. — Extrémité de l'intestin, avec la petite poche à encre. — Dans les fig. 1 — 5 :

a, pli de la face antérieure de l'appendice pylorique; *ca*, cardia; *cr*, portion cardiaque de l'estomac; *cr^d*, diverticule cæcal de *cr*; *hd*, conduit hépatique; *hp*, foie; *hy*, (par erreur, au lieu de *py*), pylore; *ov*, œufs; *pc*, cæca pancréatiques; *ps*, sac pylorique de l'estomac; *ptn*, sac « péritonéal»; *pyl*, valve pylorique; *r*, rectum; *z*, corps d'apparence glandulaire, situé dans le pédoncule de l'ovaire. — Autres lettres, comme plus haut.

Fig. 6. — Coupe sagittale médiane de la masse buccale, vue du côté droit.

db, mandibule droite; *li*, lèvre interne; *ln*, « langue » ou organe subradulaire; *rd*, radule; *sd*, conduit salivaire.

Fig. 7. — Vue, plus grossie, de la fig. 6, du même côté. — Lettres, comme plus haut.

Fig. 8. — Cœur et organes voisins, in situ; vue dorsale.

ao.a, *ao.p*, aortes antérieure et postérieure; *aur*, *aur^d*, oreillettes droite et gauche; *brh*, *brh^d*, cœurs branchiaux droit et gauche; *br. app*, appendice de cœur branchial (glande péricardique); *plv*, veine palléale; *v*, ventricule; *vv*, veine abdominale; *x*, *x^d*, reins droit et gauche.

Fig. 9 et 10. — Ventouses vues ventralement et latéralement, $\times 100$.

h, armature cornée; *pa*, papille centrale; *pd*, pédoncule.

Fig. 11. — Fossette olfactive.

Fig. 12. — Vue extérieure (latérale) de l'œil droit.

c, cercles concentriques de l'iris; *m*, muscles; *pp*, ouverture pupillaire.

Fig. 13. — Œil droit vu du dessus.

a, nerf optique (entre le ganglion optique, enlevé, et l'œil); *ap*, ouverture palpébrale ou « cornéenne »; *gl*, glande graisseuse; *oc*, paroi de la chambre oculaire; *pnc*, cartilage cranien; *sc. lig*, ligament sclérotique.

Fig. 14. — Coupe sagittale médiane du manteau, à la partie postérieure du corps.

a, papille; *b*, bords de la fossette; *chr*, chromatophores; *ep*, épiderme; *l*, corps lenticulaire de substance fibreuse; *m*, couche de tissu vitreux; *r*, couche de fibres rayonnant du centre à la circonférence *r^d*; *sp*, spicule d'éponge; *z*, point par où passe la coupe fig. 17.

Fig. 15. — Vue agrandie d'une partie de la fig. 14.

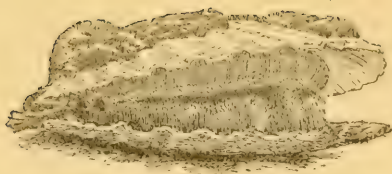
Lettres comme précédemment ; en *y*, la région est sérieusement endommagée.

Fig. 16. — Partie du corps lenticulaire (*l*, fig. 14), très grossie.

n, noyaux parmi les fibres.

Fig. 17. — Coupe longitudinale antéro-postérieure du manteau, au point *z* de la fig. 14.

E, côté extérieur ; *I*, face intérieure.





ÉTUDES BIOLOGIQUES COMPARATIVES
SUR LES RHIZOPODES LOBÉS ET RÉTICULÉS
D'EAU DOUCE,

PAR

FÉLIX LE DANTEC,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

I. Description de *Gromia fluviatilis* (Dujardin).

J'ai trouvé dans un des étangs du plateau de la Dombes, le Grand Glareins, un grand nombre de Gromies de dimensions suffisantes pour être parfaitement vues à l'œil nu. L'étang où se trouvaient ces animaux n'a pas une eau tout à fait stagnante, il est bordé par un canal plus profond dans lequel existe un courant assez considérable ; ce n'est donc pas absolument une espèce palustre. Je crois qu'il faut la rapporter à l'espèce *Gromia fluviatilis* de DUJARDIN (1).

La coque, généralement ovoïde, presque sphérique, est assez mince mais peu transparente, quelquefois même presque complètement opaque et d'une couleur brun pâle ; elle a en moyenne 0^{mm}, 1 de longueur et une largeur à peine moindre ; les échantillons que j'ai

(1) DUJARDIN, Histoire Naturelle des Infusoires, p. 255.

étudiés avaient d'ailleurs presque tous les mêmes dimensions. Je n'en ai jamais trouvé qui atteignent la taille de 0^{mm}25 donnée comme un maximum par DUJARDIN, mais je n'en ai jamais vu non plus qui descendissent aux faibles dimensions données par F.-E. SCHULTZE pour *G. granulata* (1). Ce dernier auteur laisse entendre dans son mémoire qu'il n'est peut-être pas invraisemblable de considérer son type et celui de DUJARDIN comme des états différents du développement d'une même espèce, et cette supposition tient à ce que la description de DUJARDIN est très peu détaillée. J'ai essayé de trouver dans les individus que j'avais sous les yeux les caractères très spéciaux que F.-E. SCHULTZE a décrits pour sa *G. granulata*. J'ai acquis ainsi la conviction que l'espèce qu'il a étudiée est distincte de *G. fluviatilis*.



Fig. 1. — *Gromia fluviatilis* de la Dombes, avec ses pseudopodes étalés. — (LEITZ, oc. 2, obj. 5). Dessin réduit de $\frac{1}{4}$

D'abord, comme je l'ai déjà dit, le test de mes échantillons était coloré et assez peu transparent, tandis que F.-E. SCHULTZE décrit celui de *G. granulata* comme absolument hyalin et incolore. Mais cela n'est qu'un caractère secondaire qui peut tenir à la nature de l'eau et peut même varier parmi des échantillons de même provenance, comme cela avait lieu pour ceux que j'ai recueillis dans la Dombes.

En observant l'animal largement étalé sous le microscope, j'ai toujours vu une masse protoplasmique déborder le péristome et se rabattre légèrement en arrière, envoyant sur l'extérieur de la coque

(1) FR.-E. SCHULTZE, Rhizopoden studien. III. *Archiv für mikrosk. anat.*, vol. XI, 1875.

un petit lacs de pseudopodes anastomosés ; il est donc impossible de voir le péristome pendant l'extension de l'animal ; quand, pour une raison quelconque, les pseudopodes se rétractaient, je n'ai jamais observé le moindre plissement de la coque près de son ouverture, tandis que ces plissements du péristome sont une des caractéristiques de la description de F.-E. SCHULTZE. Il est vrai que la grande quantité de substance protoplasmique qui pénètre dans la coque quand les pseudopodes se rétractent peut en distendre la paroi et en faire disparaître les plis. J'ai, comme F.-E. SCHULTZE (1) ajouté à une de mes préparations un peu d'acide acétique étendu ; j'ai ainsi obtenu une coque gonflée, ayant la forme d'un ellipsoïde peu



Fig. 2. *G. fluviatilis* traité par l'acide acétique étendu. (LEITZ, 2-5).

allongé et non d'une poire comme celle qu'a décrite et dessinée cet auteur. L'ouverture circulaire à bords très nets était pratiquée dans l'ellipsoïde même, exactement à l'un de ses pôles sans la moindre trace de goulot. En ce qui regarde la coque, les échantillons de la Dombes présentent donc exactement tous les caractères que DUJARDIN a donnés dans sa courte description de *G. fluviatilis*, et s'écartent de *G. granulata*

(F.-E. SCHULTZE), précisément en tous les points par lesquels la diagnose de cette dernière espèce diverge d'avec celle de la précédente. Il me semble par conséquent certain que j'ai bien eu affaire à *G. fluviatilis* DUJ. et que cette espèce est bien distincte de *G. granulata* (F.-E. SCHULTZE).

L'étude des pseudopodes ne peut d'ailleurs que confirmer cette manière de voir. F.-E. SCHULTZE dit bien : « Aus der Oeffnung mit faltigem Rande strecken sich glashelle, körnchenlose, fadenförmige Pseudopodien hervor, welche sich wiederholt spitzwinklig theilen, leicht netzartig miteinander verschmelzen und sehr weit ausbreiten können. » Mais sa figure donne relativement peu d'anastomoses et surtout pas trace de ces *palmures* aux points d'anastomose qui sont si caractéristiques de l'espèce que j'ai étudiée. DUJARDIN, au contraire, a décrit et figuré (2) un réseau tout à fait analogue à celui que j'ai observé.

(1) F.-E. SCHULTZE, op. cit., p. 117.

(2) DUJARDIN, Histoire Naturelle des Infusoires. Atlas, pl. 1, fig. 7.

Les Gromies de l'étang du Grand Glareins ont en effet un réseau de pseudopodes d'une richesse extraordinaire ; en outre, la base de ce réseau, la masse protoplasmique qui sort par l'ouverture se rabat en collerette sur la coque et en recouvre toujours une petite partie d'un lacs de pseudopodes fins et anastomosés. Ce caractère n'est pas donné par F.-E. SCHULTZE : il est même certain d'après sa figure (1), qu'il n'existe pas chez l'espèce étudiée par lui. La figure de DUJARDIN (2) représentant l'animal au moment où il rampe la bouche collée contre le porte-objet ne permet pas de voir le bord du péristome, et sa description ne parle pas du caractère précédent ; mais il donne une autre figure vue de profil (3) d'un animal dont les pseudopodes sont presque entièrement rétractés, figure dans laquelle il est de toute évidence que, comme dans l'espèce de la Dombes, le protoplasma de l'animal ne peut jamais entrer entièrement dans la coque.

Il y a un gros noyau sphérique dans la masse intérieure du protoplasma.

Tout ce que je viens de dire me fait admettre que les Gromies dont je me suis occupé doivent être rapportées à l'espèce *Gromia fluvialis* DUJ. malgré une très faible divergence de forme. Le dessin de DUJARDIN donne une coque sphérique ou même un peu aplatie au péristome dans sa figure de profil, tandis que j'ai toujours vu une forme ellipsoïdale plutôt *un peu* allongée. Mais il donne la diagnose : coque globuleuse ou ovoïde ; et d'ailleurs étant donnée la variabilité de forme due à la faible consistance de l'enveloppe, il ne faut pas attacher une grande importance à ce caractère.

J'ai cru devoir insister assez longuement sur la détermination de cette espèce, avant de passer à la description des phénomènes biologiques que j'ai pu observer sur elle.

*
* *

(1) F.-E. SCHULTZE, op. cit., pl. 6, fig. 5.

(2) DUJARDIN, op. cit., atlas pl. 2, fig. 1.

(3) id. id. pl. 2, fig. 2.

II. Constitution des pseudopodes et phénomènes intraprotoplasmiques de *Gromia fluviatilis*. Duj.

Une Gromie que l'on vient de porter dans une goutte d'eau sur le porte-objet présente toujours d'abord une ouverture bouchée par un épais tampon de protoplasma contracté, mais au bout de très peu de temps on voit sortir de cette masse des pseudopodes fins et souples qui oscillent au gré des mouvements de l'eau avant d'arriver à adhérer au porte-objet ; une fois cette adhérence réalisée, et elle semble avoir lieu très facilement dès qu'il y a contact, la croissance est relativement rapide et se produit d'une façon qu'il est intéressant de signaler. Le pseudopode semble fort aplati à la surface du verre, et son épaisseur est en général assez minime par rapport à sa largeur qui n'est d'ailleurs pas grande. Si l'on observe avec un très fort grossissement vers le milieu de sa longueur un pseudopode en voie de croissance, on constate que les granulations qui s'y trouvent ne se comportent pas toutes de la même façon. Dans l'axe du filament toutes les granulations sont entraînées avec une vitesse relativement très grande, tandis que sur les bords elles semblent stationnaires, formant de part et d'autre deux rangées parallèles fixes *qui déterminent le contour apparent du filament*. La vitesse décroît de l'axe aux bords ; il semble même qu'il y ait au voisinage de ceux-ci un contre-courant peu rapide. L'allongement du pseudopode se produit par l'addition à la suite des deux rangées latérales de nouvelles granulations fixes entre lesquelles se continue le courant protoplasmique qui continue lui-même à laisser à droite et à gauche des séries de granulations nouvelles limitant le prolongement de son cours. Le phénomène se poursuit ainsi jusqu'à l'extension complète du pseudopode ; il ressemble à s'y méprendre à l'écoulement à la surface d'une plaque de verre *et dans le sein d'une eau tranquille*, d'un courant d'une eau très chargée de poussières. On distingue si difficilement de l'eau ambiante par sa réfrangibilité le liquide dans lequel baignent les granulations protoplasmiques de la Gromie, que l'on croit voir, je le répète, un courant entraînant des poussières

baignées dans l'eau et non un courant d'un liquide différent contenant les granulations ; si ces granulations n'existaient pas, si les pseudopodes étaient «Körnchenlose» (1) comme le dit F.-E. SCHULTZE pour *G. granulata*, on ne verrait pas le réseau, à moins d'une attention extraordinaire.

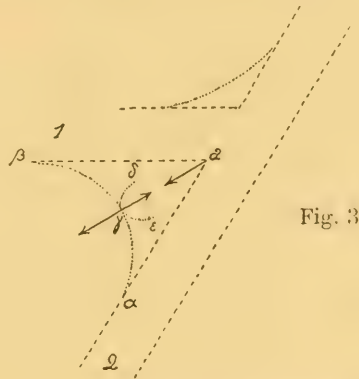
Le filament une fois établi, on continue à observer dans son intérieur soit un courant centrifuge, soit un courant centripète, soit les deux à la fois.

Je m'occuperai un peu plus loin des conclusions que tire M. VERWORN d'une observation semblable chez *Orbitolites complanatus*.

Quand un pseudopode qui s'allonge rencontre dans son allongement un autre pseudopode déjà adhérent au verre, il s'y jette à plein canal, comme un ruisseau dans un autre ruisseau. Ces rencontres peuvent se produire sous des angles très divers dans *G. fluviatilis* quoique le plus souvent ces angles soient aigus. Un phénomène spécial se produit au confluent ; il cesse d'y avoir un angle en ce point, les contours s'arrondissent, il y a *palmure* (DUJARDIN), c'est-à-dire que les contours apparents des deux pseudopodes, au lieu de se couper, s'unissent suivant une ligne courbe concave vers l'extérieur ($\beta\gamma\alpha$), laquelle ligne courbe s'écarte quelquefois assez du point géométrique de jonction (a), pour donner naissance à un triangle curviligne de dimensions notables.

Si plusieurs pseudopodes viennent ainsi se rencontrer en des points voisins, on verra se former une surface plus ou moins large, une palmure, ayant pour contour un polygone dont les côtés sont curvilignes et concaves vers l'extérieur.

Quelque faible que soit la tension superficielle au contact du liquide plasmique et de l'eau (et nous verrons tout à l'heure qu'elle est très faible) elle suffit à donner l'explication de ce phénomène. Au point



(1) Vid. sup., pag. 58.

(a), en effet, des deux rayons de courbure de la surface de séparation mesurés sur les courbes obtenues en coupant cette surface par le plan horizontal et par un plan vertical passant par la normale, l'un, le premier, serait nul, l'autre aurait une dimension déterminée et non nulle. Or la pression normale due à la tension superficielle en α est :

$$p = a \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right)$$

quantité qui serait infinie si R était nul, R' ne l'étant pas.

C'est cette pression infinie qui, si j'ose m'exprimer ainsi, tire sur la surface $\beta\alpha\gamma$ de façon à lui donner la forme $\beta\gamma\alpha$.

La pression en γ sera

$$p = a \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'} \right)$$

R étant le rayon de courbure en γ de la courbe $\beta\gamma\alpha$, R' le rayon de la courbe obtenue en coupant la surface par un plan vertical normal, courbe convexe vers l'extérieur que je représente rabattue sur l'horizon en $\delta\gamma\varepsilon$.

Pour que l'équilibre existe, il faudra que (p) contrebalance la différence de pression qui existe entre l'eau et le protoplasma, par suite par exemple de l'existence de courants dans ce dernier.

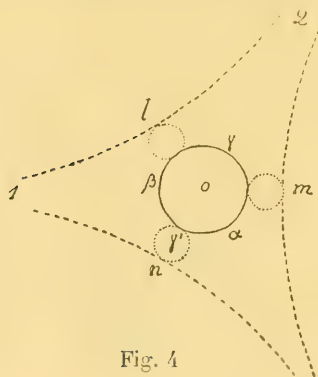


Fig. 4

Supposons maintenant qu'un troisième pseudopode, une branche partie de 1 au-dessous de β , par exemple, vienne se jeter dans 2 un peu au-dessous du point α ; la courbe $\beta\gamma\alpha$ pour se fermer et devenir circulaire $\beta\gamma\alpha\gamma'$ (fig. 4).

On aura alors en (o), un espace *extérieur* au protoplasma et limité par un tore.

Pour le faire mieux comprendre je représente rabattues en l, m, n ,

les sections des 3 pseudopodes qui ont concouru à la formation de la figure. Ce phénomène se rencontre très souvent dans les palmures polygonales dont j'ai parlé plus haut; ce n'est pas une *vacuole*; c'est un espace qui fait partie de l'espace extérieur et est avec lui en large continuité. Autrement dit, c'est une maille du réseau, mais petite et à contour circulaire.

DUJARDIN et plusieurs auteurs plus récents ont décrit des vacuoles dans les palmures des Réticulés, sans doute sans attacher à ce mot une grande importance ; le mot vacuole ayant actuellement un sens bien défini, celui d'espace intraprotoplasmique, creusé dans l'intérieur d'une masse protoplasmique et complètement séparé de l'espace extérieur, il est nécessaire d'éviter la confusion qui pourrait se produire ici. L'espace circulaire *o* n'est pas une vacuole, c'est un véritable trou, un véritable jour percé à travers la plaque protoplasmique étalée sur le porte-objet.

Quand on a observé un grand nombre de fois les phénomènes que je viens de décrire, on demeure convaincu qu'il est absolument invraisemblable d'admettre chez les Gromies des différenciations organiques analogues à celles qui ont été décrites chez certaines Amibes et surtout chez les Infusoires ; il semble impossible d'admettre qu'il y ait là, dans ces pseudopodes qui peuvent ainsi s'anastomoser et prendre des formes si variées suivant le hasard de leur rencontre, autre chose que le sarcode de DUJARDIN.

*
* *

J'ai dit plus haut que la tension superficielle au contact de l'eau et du protoplasma de la Gromie doit être extrêmement faible si on la compare par exemple à celle d'une *Amœba proteus*. Je n'en veux pour preuve que la très grande facilité avec laquelle les corps étrangers suspendus dans l'eau et amenés par le hasard au voisinage d'un pseudopode, viennent *en contact* avec lui et y *adhèrent*. C'est ce qui arrive par exemple pour des grains de carmin ajoutés à l'eau de la préparation.

Un de ces grains, *qui est mouillé par l'eau*, resterait séparé par une mince couche d'eau d'une goutte d'un liquide quelconque, placée dans l'eau près de lui, mais séparée elle-même de l'eau par une forte tension superficielle ; c'est ainsi qu'une *Amœba proteus* pourra traverser une eau chargée de grains de carmin sans emporter un seul de ces grains adhérant à sa surface extérieure ; elle en emportera quelques-uns, avalés, dans des vacuoles digestives, mais aucun adhérant extérieurement à sa paroi ; au contraire, un grain de carmin pourra très facilement *toucher* un filament de Gromie étalé sur le porte-objet et adhérer à ce filament, avec la même facilité que manifestent deux de ces filaments à s'anastomoser entre eux.

Pour bien faire comprendre cette différence, je fais la comparaison suivante : Imaginons dans un verre une eau absolument tranquille, mais bleue au fond du verre et incolore à sa surface ; un grain suspendu dans l'eau incolore sera mouillé par l'eau incolore ; s'il arrive dans l'eau bleue, il sera immédiatement mouillé par l'eau bleue ; au contraire si, mouillé par de l'eau, il arrive au voisinage d'une surface de séparation de cette eau et d'une goutte d'huile, il restera mouillé par l'eau et ne *touchera* pas l'huile, séparé qu'il en sera par la mince couche d'eau restée adhérente autour de lui. Si une force quelconque le fait pénétrer dans l'huile il y pénétrera avec sa goutte d'eau, et ne touchera pas l'huile ; il sera dans une vacuole aqueuse au milieu de l'huile.

Je ne veux pas dire que le plasma d'une Gromie soit aussi peu séparé de l'eau ambiante que l'est l'eau bleue dont je viens de parler, mais il en est certainement très peu séparé et c'est sur cette faible tention superficielle que je veux insister.

C'est à elle encore qu'est due la grande facilité avec laquelle les pseudopodes de la Gromie adhèrent au porte-objet, *mouillent* le porte-objet préalablement mouillé par l'eau. Nous verrons plus loin qu'il n'en est pas de même pour les Amibes et quelle explication BRUNO HOFER (1) a donnée de ce phénomène.

*
* *

Une fois le réseau des pseudopodes établi, l'ensemble de l'animal se déplace quelquefois mais fort lentement, dans la direction du maximum d'extension des pseudopodes. Chacun des filaments du réseau est le siège de courants variables. Mais il arrive très souvent que sur le trajet d'un filament une cause extérieure quelconque s'oppose à l'écoulement protoplasmique. Il se fait alors en ce point une accumulation de sarcode, une varice plus large et plus épaisse que le reste du filament ; le filament prend un caractère nouveau décrit par DUJARDIN. Une boursofflure de cet ordre se produit toujours à l'extrémité d'un pseudopode quand ce pseudopode se rétracte, c'est-à-dire quand sa substance est ramenée vers

(1) BRUNO HOFER, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma. (*Jen. Zeitsch.* 1890).

la coque par une force inconnue (1). Dans ces parties épaissies des pseudopodes, on observe avec la plus grande évidence à un fort grossissement que les granulations réfringentes du protoplasma *forment elles-mêmes le contour apparent*, ou tout au moins suivent exactement le contour apparent du pseudopode, qu'elles rendent même quelquefois irrégulier en faisant saillie vers l'extérieur.

Je me reporte ici, à une comparaison de M. VERWORN (2). En étudiant la croissance d'un pseudopode d'*Orbitolites complanatus*, il observe à son extrémité un léger renflement en massue qu'il décrit et dessine fort bien. Mais il en tire la conclusion suivante « Die identität des Vorgangs der Pseudopodienbildung bei füsilen Rhizopoden wie die Foraminiferen, und bei lobosen wie die Amöben, tritt hier in der augenfälligsten weise zu Tage ». Pour mieux faire saisir cette identité il représente côte à côte, l'extrémité d'un pseudopode d'*Orbitolites* et celle d'une *Amöba limax*. Je ne sais pas à quel grossissement sont vus ces deux pseudopodes, l'auteur ne l'indique pas ; il me semble que celui de l'*Orbitolites* doit être beaucoup plus grossi que celui de *A. limax*. Mais dans tous les cas il y a entre les deux formations une différence extrêmement nette, très évidente particulièrement sur les figures même de M. VERWORN. Comme je l'ai déjà fait remarquer avec insistance, les granulations viennent chez *Orbitolites* comme chez *Gromia*, jusqu'au bord même du pseudopode, même à son extrémité distale, tandis que chez *Amöba limax*, surtout à cette extrémité distale, il y a une large auréole claire à contour très net, dans laquelle ne pénètrent pas les corps solides suspendus dans le protoplasma. Il y a donc chez *Amöba* deux régions distinctes, l'une centrale, l'autre périphérique, tandis que chez un Rhizopode réticulé il n'y a pas de différenciation ; le sarcode est uniforme du centre à la périphérie.

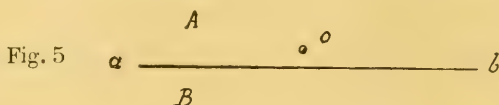
Nous serons plus loin amenés à considérer la couche corticale d'une Amibe comme formée d'un liquide plus difficilement miscible à l'eau que ne l'est la partie centrale de cet animal, mais même sans tenir compte de cette particularité et en considérant le plasma de l'Amibe comme constitué ainsi que celui de la *Gromie* par un

(1) DUJARDIN, Sur les organismes inférieurs. *Ann. Sc. Nat.*, 1835, t. iv, p. 349.

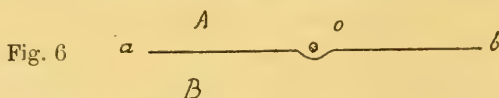
(2) M. VERWORN, Die physiologische Bedeutung der Zellkerns. *Arch. de Pflüger*, vol. LI, p. 57-59, fig. 19-20.

liquide homogène, la comparaison des apparences sus-mentionnées prouve une fois de plus que la tension superficielle au contact de l'eau est forte chez l'Amibe et très faible chez la Gromie.

Considérons la surface de séparation (ab) de deux liquides A et B et un corps (o) mouillé par A.



Si nous supposons que (ab) est le siège d'une forte tension superficielle et qu'aucune force ne s'exerce sur (o), ce corps restera à une certaine distance de (ab) à cause de la goutte du liquide A qui lui est adhérente. Si une pression légère s'exerce sur (o), il pourra déprimer



(ab), mais sans venir au contact de cette surface. Il restera toujours entre toutes les granulations suspendues dans A et la surface (ab), un espace qui, vu de profil, rappellera l'auréole claire limitant une Amibe.

Au contraire, si (ab) est le siège d'une tension superficielle nulle, si les liquides sont miscibles, (o) pourra passer de A dans B sans aucun effort, et particulièrement toucher et traverser la surface (ab). Si la tension au lieu d'être nulle est très faible, le point (o) pourra toucher (ab), mais si aucune force n'agit sur lui il ne passera pas de A dans B. C'est ce qui explique que chez la Gromie les granulations viennent au contact de la surface de séparation avec l'eau, de même que les corps étrangers situés à l'extérieur viennent au contact de cette même surface et adhèrent aux pseudopodes, tandis qu'aucun de ces phénomènes n'a lieu chez *Amœba*.

J'insiste peut-être longuement sur ces explications, mais je le fais intentionnellement à cause de la grande importance que j'attache à ce caractère différentiel des Lobés et des Réticulés.

*
* *

Nous venons de voir que les corps en suspension dans l'eau, amenés par le hasard des courants au contact des pseudopodes de la Gromie, peuvent adhérer à ces pseudopodes. C'est le seul moyen

de capturer des proies, qui soit à la portée des animaux dont nous nous occupons, car leurs mouvements de déplacement sont trop lents et ne peuvent être considérés comme capables ainsi que cela a lieu chez les Amibes, de fournir à leur subsistance. D'ailleurs, normalement une Amibe ne rétracte pas en général les pseudopodes qu'elle a émis dans le sens de sa progression; son corps tout entier va au contraire rejoindre ces pseudopodes en se déhàlant, si j'ose m'exprimer ainsi, sur leur point d'adhérence. Chez les Gromies un pseudopode qui a capturé une proie est *rétracté* plus ou moins lentement vers la coque.

Ce sont surtout les petits animaux qui, se mouvant avec rapidité dans le liquide, viennent se prendre au réseau de la Gromie comme des mouches à une toile d'araignée et y restent adhérents; l'alimentation est donc purement passive.

Quand un corps solide adhère à un filament du réseau, il produit une gêne dans les courants, et ainsi se forme naturellement, au point même où il se trouve, une accumulation de substance sarcodique, un nœud, une varice, dans laquelle il est bientôt complètement englobé; il est ensuite traité comme une granulation du pseudopode.

Si le corps solide est de grandes dimensions, si c'est une grande diatomée par exemple, plusieurs pseudopodes concourent en général à le saisir et il se trouve au bout de quelque temps au milieu d'une de ces plaques protoplasmiques ayant un contour polygonal curviligne dont j'ai parlé plus haut.

La traction que subissent ces plaques, déformées et arrondies après l'ingestion, vers l'intérieur de la coque, est assez lente pour qu'on puisse à loisir observer les ingesta et les parties protoplasmiques qui les entourent; la lenteur de ce mouvement est peut-être due en partie à l'adhérence au porte-objet. J'ai fait souvent et à de très forts grossissements, des observations analogues; *jamaïs, je n'ai réussi à distinguer autour de l'objet ingéré rien qui ressemblât au contour d'une vacuole aqueuse*. J'ai étudié ce fait d'autant plus attentivement qu'il était en contradiction avec tous ceux que j'avais constatés jusqu'alors dans la nutrition d'autres Rhizopodes, les Amibes, et que je m'étais trop rapidement laissé aller à rapporter à une règle absolument générale chez les Protozoaires.

J'ai d'abord pensé qu'il n'y avait là qu'une apparence et qu'il y avait en réalité une vacuole. Le plasma des pseudopodes (indépen-

damment des granules réfringents qu'il contient) est en effet difficile à distinguer de l'eau, dont la réfrangibilité est voisine de la sienne. Une goutte d'eau située dans le plasma aurait donc des contours fort peu visibles. Il me semble cependant qu'on apercevrait, en faisant varier le point, à un fort grossissement, une vacuole sphérique *dépourvue des granulations qui chargent le plasma ambiant*. Il y a d'ailleurs en réalité une très faible différence de réfrangibilité entre ce plasma et l'eau et avec beaucoup d'attention on voit le contour des pseudopodes contre lequel s'appliquent les granulations réfringentes que contient le protoplasma. J'admets donc dès maintenant *qu'il n'y a pas de vacuole* autour de l'objet ingéré, fait que d'autres phénomènes nous prouveront irréfutablement tout à l'heure, et qui est d'ailleurs tout à fait en rapport avec la façon dont se passe l'acte de l'ingestion.

Dès le début, le corps solide étranger *adhère* au protoplasma du pseudopode ; une partie de lui est plongée dans le protoplasma du pseudopode, est baignée, *mouillée* par lui, tandis que le reste est mouillé par l'eau. L'accumulation de sarcode produite par la présence même d'un corps étranger dans le courant pseudopodique, envahit peu à peu ce corps tout entier, qui se trouve ainsi plongé *directement* dans le plasma ; phénomène absolument différent de celui qui se passe dans une Amibe. En effet, je le répète encore, quand un granule solide est ingéré par ce dernier animal, il n'est à aucun moment pendant l'ingestion en contact direct avec le sarcode, il en est toujours séparé par une mince couche d'eau et, quand les pseudopodes se sont refermés autour de lui cette mince couche d'eau a persisté et constitue la vacuole ; mais, si, pour une raison quelconque le phénomène de l'ingestion ne s'achève pas, si les pseudopodes ne se referment pas autour du corps étranger, ce corps reste libre dans l'eau, il n'adhère pas au sarcode de l'Amibe parce qu'il n'était pas mouillé par lui.

Voilà donc déjà deux différences dans l'ingestion seule :

1. Le phénomène de l'ingestion semble absolument passif chez la Gromie ; une fois le réseau de ses pseudopodes établi avec ses courants plasmiques, les substances étrangères y adhèrent et sont englobées sans aucun déplacement

de l'animal ; au contraire l'ingestion ne peut avoir lieu chez l'Amibe qu'en tant qu'elle se déplace au moins en partie dans une direction déterminée, et fournit ainsi la force qu'il faut pour vaincre la résistance que la tension superficielle oppose à l'ingestion.

*
x *

2. Les ingesta sont directement inclus dans le plasma chez la Gromie ; ils sont au contraire logés dans une vacuole aqueuse qui les sépare du plasma chez l'Amibe.

*
* *

J'ai ajouté à mes préparations de Gromies, des gouttes d'une solution d'alizarine sulfoconjuguée dans l'eau ordinaire. Les grumeaux légers de teinte rosée qui se précipitent dans la préparation viennent difficilement en contact avec le réseau des pseudopodes, probablement à cause de leur trop grande légèreté ; ils peuvent aussi adhérer assez longtemps à un filament avant d'y déterminer la formation d'une varice englobante, ce qui tient, je pense, à ce qu'ils gênent moins les courants plasmiques, que ne le feraient des corpuscules plus denses. J'ai cependant vu parfois de petits grumeaux de cette substance entourés et englobés par le sarcode. J'avoue que quand j'ai fait ces observations, je n'en étais pas préoccupé de vérifier la présence d'une vacuole autour des ingesta et que je m'attendais à constater une sécrétion acide, c'est-à-dire à voir varier la couleur du grumeau d'alizarine comme je croyais que c'était un fait général chez les Protozoaires vivant dans l'eau. Or, pendant le séjour plus ou moins long de l'alizarine ingérée hors de la coque, je n'ai jamais constaté la moindre variation de couleur depuis le moment de l'ingestion ; le grumeau avait une teinte rose très peu différente de celle qui indiquait à l'extérieur la réaction de l'eau chargée de bactéries où vivaient mes Rhizopodes.

L'ingestion est beaucoup plus rapide et plus fréquente quand on commence par alcaliniser plus qu'elle ne l'est déjà l'eau dans laquelle on observe les Gromies. Pour obtenir cette alcalinisation, je mouille une pipette dans une solution d'ammoniaque et ensuite j'insuffle à travers cette pipette un peu d'air à la surface du liquide; cela suffit pour que de petites aiguilles violettes précipitées lentement dans un verre de montre au fond d'une solution un peu ammoniacale d'alizarine, conservent leur couleur quand je les ajoute à ma préparation. Ces aiguilles plus denses se prêtent mieux à l'ingestion que les grumeaux roses de tout à l'heure.

En observant au bout d'un certain temps la préparation que je viens de décrire, j'ai remarqué dans divers nœuds du réseau pseudopodique des parcelles roses d'alizarine différant bien nettement par leur teinte des cristaux violets restés à l'extérieur. Avec les idées que j'avais alors sur la généralité d'une sécrétion acide dans une vacuole, j'ai cru naturellement que cette différence de teinte indiquait l'existence chez la Gromie de ce phénomène général chez les autres Protozoaires. C'est la comparaison avec l'observation précédente de l'ingestion de grumeaux roses qui m'a fait remarquer mon erreur.

En effet, dans le même temps, c'est-à-dire, pendant que les ingesta restent facilement observables en dehors de la coque, j'aurais dû constater pour une même sécrétion d'acide le passage au jaune d'un grumeau rose, tandis que la teinte initiale persistait.

D'ailleurs, en observant l'ingestion même d'une aiguille violette, j'ai vu un virage brusque au rose après l'ingestion, et non le passage graduel par les différentes teintes de la zone sensible, qu'aurait dû produire une sécrétion ayant lieu dans les conditions ordinaires; puis la teinte rose restait stationnaire et *la même que dans le premier cas.*

Toutes les expériences que je viens de relater s'expliquent par le fait du contact direct des ingesta et du sarcode et donnent même, il me semble, une preuve certaine que ce contact direct a lieu.

En répétant la même opération avec des points de départ différents, c'est-à-dire en faisant varier l'alcalinité d'un bout à l'autre de la zone sensible de l'alizarine, on obtient toujours la même teinte rose après l'ingestion. C'est que cette teinte rose indique la réaction

même du protoplasma dans lequel *baignent* les ingesta. Cette réaction est légèrement alcaline, plus alcaline que l'eau dans laquelle vivent les Gromies dans la nature et qui est généralement neutre, mais à peu près de la même alcalinité que cette eau remplie de végétaux putréfiés et chargée de bactéries quand elle a longtemps séjourné dans un laboratoire (1).

Il est tout naturel qu'un réactif colorant baignant dans un plasma, mouillé par un plasma, participe à sa réaction et l'indique. Mais il y a un fait qui ressort en outre des expériences précédentes et qui a une importance considérable, c'est la constance de la réaction du sarcode quelles que soient les variations de réaction du milieu extérieur ; après avoir longtemps séjourné dans une eau dont la réaction est franchement alcaline, plus alcaline qu'il n'est nécessaire pour donner la couleur violette à l'alizarine, le sarcode de la Gromie continue à donner la même teinte rose aux particules colorantes ingérées. Ce qui prouve que, quoique paraissant d'ailleurs faiblement séparé de l'eau par sa tension superficielle, le plasma possède un pouvoir électif suffisant pour maintenir sa réaction constante et indépendante de celle du milieu.

1. Les particules d'alizarine ingérées par une Gromie baignent dans son plasma et indiquent la réaction de ce plasma qui est légèrement alcaline.

*
* *

2. Cette réaction ne varie pas avec celle du milieu.

*
* *

Voilà donc, il me semble, des preuves indiscutables de cette particularité que les corps ingérés par une Gromie viennent immé-

(1) Je fais cette distinction pour répondre à la remarque de M. BALBIANI (*Annales de Micrographie*, 1893, p. 40), que l'eau contenant les Protozoaires qu'il a étudiés était toujours à peu près neutre. Cela est vrai pour de l'eau fraîchement recueillie, mais non pour les véritables *infusions* (c'est le mot qu'emploie M. BALBIANI), dans lesquelles existaient en abondance les Protozoaires sur lesquels ont porté mes recherches.

diatement au contact de son protoplasma. Cette remarque place les animaux en question tout à fait à part des autres Protozoaires vivant dans l'eau (Rhizopodes lobés et Infusoires ciliés, chez lesquels j'ai toujours constaté la présence d'une vacuole à contenu aqueux autour des ingesta, au début de l'ingestion) (1) et vient s'ajouter aux considérations précédemment exposées pour nous convaincre tout à fait de la très faible valeur de la tension superficielle au contact de l'eau et du sarcode des Gromies.

En outre et précisément à cause de l'absence de toute vacuole aqueuse autour des ingesta, on ne constate pas au niveau de ceux-ci, au moins pendant leur long séjour au dehors de la coque, la moindre variation de réaction ; le contraire serait étonnant ; on ne concevrait pas bien comment *au contact direct* d'un protoplasma alcalin, un corps solide pourrait manifester une réaction acide, tandis que, je crois l'avoir montré ailleurs (2), cela est très facile à comprendre si ce corps solide est dans une vacuole à contenu aqueux, creusé à l'intérieur du sarcode.

Quoi qu'il en soit de ces considérations théoriques, il est bien certain que pendant assez longtemps après l'ingestion on ne constate pas la moindre variation de couleur du grumeau d'alizarine ingéré et cela est très significatif étant donné que ce grumeau a une teinte de la zone sensible ; évidemment il n'y a autour de lui aucune variation de réaction, aucune production d'acide. Je ne dis pas : « *aucune sécrétion* », car le terme de sécrétion n'a plus de signification ici. Une sécrétion provenant d'un protoplasma ne peut avoir lieu que dans un espace *extérieur* à ce protoplasma, comme l'est une vacuole par exemple.

Mais alors, comment pouvons-nous concevoir la nutrition de la Gromie, sa digestion intracellulaire ? Nous sommes habitués, chez les Amibes et les Infusoires, à considérer le premier acte qui suit l'ingestion comme une *digestion* ayant lieu dans une vacuole, au moyen d'une sécrétion digestive acide. Ici, nous n'avons plus de vacuole, et les ingesta baignent dans un liquide alcalin, très légèrement alcalin il est vrai, mais *certainement* alcalin.

(1) LE DANTEC, Recherches sur la Digestion intracellulaire chez les Protozoaires. *Bull. Sc.* 1891.

(2) *Bull. Sc.*, 1891, pp. 300, 301.

Je crois qu'il peut se produire chez la Gromie une absorption directe une addition directe de parties nouvelles au protoplasma *sans digestion préalable*.

Des diatomées capturées vivantes et pleines de sarcode sont rejetées sous forme de membranes vides ; elles ont perdu tout leur contenu primitif après avoir passé un temps plus ou moins long dans le sarcode intérieur à la coque.

Le plasma de ces diatomées est un liquide analogue comme consistance à celui de la Gromie ; puisque les conditions de l'ingestion sont telles qu'il y a immédiatement contact direct entre les ingesta et le sarcode extérieur, pourquoi s'embarrasser des notions plus compliquées qui résultent de l'étude d'êtres plus élevés en organisation et ne pas admettre qu'il peut y avoir absorption directe par le sarcode d'un liquide miscible avec lui ? Pourquoi admettre qu'il y ait plus de différence entre le protoplasma animal et le contenu de la Diatomée, qu'entre ce même protoplasma et le contenu d'une vacuole digestive après la digestion ? Chez une Amibe l'absorption directe ne peut pas se faire parce que le sarcode n'est en contact *qu'avec de l'eau* ; la digestion transforme cette eau en une solution de substances albuminoïdes qui se trouve alors par rapport à l'être ambiant dans les mêmes conditions que le contenu de la Diatomée par rapport à la Gromie qui l'a ingérée. Pourquoi procéder du plus compliqué au plus simple et ne pas admettre qu'à la faveur du contact direct le protoplasma de la Diatomée peut s'ajouter à celui de la Gromie et à partir de ce moment participer aux réactions vitales de l'ensemble de ce protoplasma ? Quelle raison avons-nous de penser, à cause de ce que nous savons d'êtres plus élevés en organisation, à une action chimique préalable à l'absorption ?

Quand on observe un Acinétiien qui suce un Infusoire, on voit couler directement par le tube suceur, *dans le plasma de l'Acinétiien*, le plasma de la victime. L'addition de ce plasma est immédiatement utile à l'Acinétiien qui grossit à vue d'œil et peut même grossir très vite s'il suce plusieurs Infusoires à la fois. Dans ce cas extrêmement simple il est dangereux d'employer la terminologie ordinaire ; les mots de nutrition, d'assimilation, font instinctivement songer à des êtres plus compliqués et par suite à des digestions et autres phénomènes corrélatifs.

Ici nous constatons seulement *l'addition* (1) à un liquide chargé de granulations, d'un autre liquide chargé de granulations *qui est miscible avec lui* et qui se trouve par le fait même de son contact avec lui, mélangé à lui. A partir de ce moment il participe à l'ensemble des réactions vitales. Nous serons ultérieurement amenés à considérer le noyau comme l'organe essentiel de la cellule, organe qui a besoin d'être toujours plongé dans un milieu protoplasmique à peu près constant. L'ensemble des phénomènes vitaux tendant à une destruction constante de ce milieu, l'addition de parties nouvelles est nécessaire et nous constatons chez l'Acinétiien cette addition directe d'un protoplasma étranger *qui servait à entretenir la vie d'un autre noyau*. C'est le noyau qui constitue l'individualité de la cellule, particulièrement dans un être aussi peu différencié que la Gromie où le protoplasma ne contient *aucun autre organe*, et une substance liquide, ajoutée au protoplasma et miscible avec lui, doit être considérée immédiatement comme faisant partie de ce protoplasma dont il augmente la quantité.

Quand un Infusoire est pris au réseau pseudopodique d'une Gromie, il se trouve rapidement englobé dans le sarcode et il y continue quelquefois assez longtemps ses mouvements. Il nage, se déplace *dans le sarcode*, comme il nagerait dans une eau un peu plus visqueuse que l'eau ordinaire. Quelquefois il arrive à sortir de ce milieu et à retourner dans l'eau ambiante; généralement ses mouvements décroissent d'intensité et finissent par s'arrêter tout à fait; il conserve à peu près sa forme pendant quelque temps; s'il a un tégument solide comme les Coleps par exemple, on continue à toujours voir ce tégument qui est rejeté sans avoir été modifié. — Mais son sarcode est absorbé et se mélange au sarcode de la Gromie; si l'animal est peu résistant comme un *Stylonychia* par exemple, il diffue complètement dans le sarcode comme il l'eût fait dans l'eau après sa mort. Ici encore il me semble qu'on peut admettre une addition directe de substance à la substance de la Gromie.

(1) MAUPAS. Contribution à l'étude des Inf. Ciliés. *Arch. de Zool. exp.*, 1883, p. 604 : « L'assimilation se fait directement; les parties nutritives se fondent et s'incorporent immédiatement. Le sarcode des proies, doué d'une consistance semblable à la sienne se fond et se mélange facilement avec lui. » FABRE DOMERGUE (*Ann. Sc. nat.* 1888, p. 129) s'élève contre cette assertion et je crois avoir démontré qu'elle est erronée pour les Infusoires, mais pour des êtres plus inférieurs comme la Gromie, elle semble absolument juste.

A quoi peut être attribuée la mort de l'animal ingéré? Nous nous en occuperons un peu plus tard. Dans tous les cas, je le répète, il n'y a aucune raison pour ne pas admettre qu'il y a nutrition directe de la Gromie, c'est-à-dire addition de substance sans aucun phénomène chimique dissolvant préalable; une dissolution devient inutile du moment qu'il s'agit d'un liquide qui touche un autre liquide et est miscible avec lui.

Je rapproche de ces phénomènes l'observation de HÆCKEL (1): Un *Protophytes* (réticulé comparable à une Gromie sauf le noyau et la coque) saisit un *Ceratium* vivant qui fut entouré, englobé par l'ensemble de plusieurs pseudopodes; le lendemain la coque du *Ceratium* était vide, et le Rhizopode, restait immobile près de lui, sphérique, sans pseudopodes, rempli de substance granuleuse.

L'observation de CIENKOWSKY (2) sur l'ingestion de *Tintinnoides* dans le plasma extracapsulaire de Radiolaires, me semble encore plus intéressante; il vit le pigment jaune des *Tintinnoides* teindre le plasma environnant du Radiolaire, ce qui me semble dû à une addition directe à ce plasma de la substance même des victimes.

Enfin, la nutrition d'un *Vampyrella spirogyrae* au dépens du contenu d'une cellule de Spirogyre est encore un exemple indiscutable de nutrition par addition directe. Ces phénomènes de nutrition par simple addition seront sans doute difficilement acceptés par les physiologistes habitués aux êtres plus élevés en organisation; j'y reviendrai plus loin, à propos d'observations dans lesquelles cette addition est hors de doute (voir plus bas: Expériences de mérotomie).

*
* *

De ce que la nutrition par addition directe semble possible dans le cas où il s'agit d'ingesta protoplasmiques liquides et miscibles avec la substance de l'hôte; il ne faut pas conclure que ce mode de nutrition est seul possible pour la Gromie. Comme tout liquide, le plasma de cet animal est susceptible de dissoudre un certain nombre de substances, et, naturellement, toute substance qui sera dissoute dans l'intérieur de la masse plasmique, sera, par le fait même de sa dissolution, incorporée à cette masse, il y aura à la fois *digestion et absorption*.

(1) E. HÆCKEL. *Zeitschrift für wiss. zool.* 1865.

(2) CIENKOWSKY. Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. *Arch. f. mikr. anat.* vol. VII. 1871.

C'est ainsi que des grains d'amidon de pommes de terre ingérés, sont rejetés au bout d'un temps plus ou moins long, mais diminués, crevassés, modifiés, et ayant perdu leur biréfringence (1) ; il est donc certain que le plasma n'est pas sans influence dissolvante sur eux ; et je compare cette action dissolvante à celle du sarcode de *Proto-monas Amyli* ; les figures que j'ai vues représentent en effet ces êtres comme formant un plasmode dans lequel baigne directement le grain d'amidon autour duquel ils se sont groupés, sans vacuole intermédiaire.

C'est aussi à cette action dissolvante que j'attribue la digestion des parties tégumentaires des Infusoires ciliés quand ils cessent d'être visibles après un séjour assez long dans la Gromie, et ne sont pas rejetés comme ceux des *Coleps*. Mais dans tous les cas, la partie importante de la nutrition par ingestion d'Infusoires, aurait lieu sans digestion préalable.

Les Protococcacées ingérées sont rejetées brunes au bout d'un temps variable, mais sans autre modification appréciable ; ce brunissement peut être dû simplement à l'action de la lumière sur la chlorophylle de ces algues après leur mort.

* * *

Il serait abusif d'employer le mot de défécation dans le cas des Gromies ; les parties insolubles des substances ingérées reviennent quelquefois souvent à l'extérieur dans les courants protoplasmiques des pseudopodes avant d'être abandonnées sur le porte-objet ; quand elles sont ainsi abandonnées elles semblent rester adhérentes au fond de la préparation comme un dépôt des graviers d'un ruisseau, et si simplement que je n'ose même pas dire qu'elles sont *rejetées*.

De tout ce que je viens de dire je conclus que :

1. Des substances protoplasmiques ingérées par une Gromie peuvent être directement ajoutées à la masse sarco-dique de l'être.

(1) J'ai déjà constaté (*Bull. Sc.*, 1891, p. 343), une digestion de l'amidon par les Infusoires, que MM. MEISSNER (*Zeit. f. wiss. zool.*, 1888) et FABRE DOMERGUE (*Ann. Sc. Nat.*, 1888), ont décrite assez différemment chez d'autres espèces d'Infusoires Ciliés.

2. Le sarcode des Gromies est capable de dissoudre certaines substances solides, les parties légumentaires de certains Infusoires et des grains d'amidon.

*
* *

C'est l'étude de ces phénomènes de nutrition qui m'a amené, pour éviter l'ennui de l'opacité de la coque, et pouvoir suivre plus longtemps la dissolution intraprotoplasmique des ingesta, à me débarrasser de cette coque et séparer de la masse totale du sarcode les parties extérieures dans lesquelles se trouvaient englobés les corps à étudier. Je vais maintenant exposer les résultats de ces expériences qui m'ont permis de voir toute autre chose que ce que je cherchais.

III. Expériences de mérotomie sur *Gromia fluviatilis* (Dujardin).

M. BALBIANI (1) a défini la mérotomie : « l'opération qui consiste à retrancher d'un organisme vivant une portion plus ou moins considérable dans le but d'étudier les modifications anatomiques ou physiologiques qui surviennent dans la partie séparée du corps ».

En ce qui concerne les Réticulés, DUJARDIN est le premier qui ait signalé la possibilité, pour les parties détachées de la masse sarcodique de continuer à vivre quelque temps (2). « En écrasant avec précaution » le test d'une *Miliol*e on voit des lambeaux encore vivants de la » matière animale se contracter isolément puis émettre de nouveaux » filaments comme s'ils étaient devenus des centres partiels d'organisation ».

Cet auteur considère même, à tort, ce phénomène, comme un procédé possible de reproduction pour les Rhizopodes.

(1) Recherches expérimentales sur la Mérotomie des Infusoires Ciliés. *Recueil Zool. Suisse*, t. V.

(2) DUJARDIN. Sur les organismes inférieurs. *Ann. Sc. Nat.*, 1835, t. IV, p. 351.

CLAPARÈDE et LACHMANN (1) rapportent dans leur étude sur *Lieberkühnia Wageneri* une observation qui, poursuivie un peu plus longtemps, eût été de plus grand intérêt à cause de l'organisation très simple de cette espèce : « Nous avons vu un gros Infusoire » (*Stentor polymorphus*) être capturé par les pseudopodes dont » il s'était imprudemment approché. Les pseudopodes s'étalèrent » autour de lui en se fondant les uns avec les autres de manière à » l'emprisonner dans une enveloppe glaireuse. Toutefois, le Rhizopode » ne réussit pas à l'amener jusqu'à lui ; il retira ses pseudopodes en » abandonnant sa proie et la partie de sa propre substance qui » avait servi à la capturer. »

Tout ce que nous savons de cette *Lieberkühnia* fait pressentir que que c'est un des êtres les plus inférieurs parmi les Protozoaires, puisque les observateurs précités n'ont pas pu y voir de noyau, et qu'elle n'a pas plus que les *Gromia* de vésicule contractile. Elle n'a pas été retrouvée depuis ; il est donc fort regrettable que CLAPARÈDE et LACHMANN n'aient pas suivi plus loin le sort de cette partie isolée du protoplasma. La comparaison du résultat de cette mérotomie accidentelle avec ceux des expériences faites depuis sur des êtres plus élevés en organisation eût été très intéressante.

Pour l'historique complet de ces expériences, je renvoie le lecteur au mémoire de M. BALBIANI (2) sur la mérotomie, et surtout à la suite de ce mémoire (3) dans laquelle il rend compte des très remarquables résultats de M. VERWORN (4) sur divers Radiolaires et Foraminifères marins. Je rappelle seulement ici les conclusions de M. VERWORN qui ont trait aux phénomènes digestifs : « D'une façon » générale, les masses sarcodiques dépourvues de noyau meurent » toutes au bout d'un temps plus ou moins long, quelle que soit leur » grandeur, tandis que celles qui ont encore un noyau se régénèrent

(1) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève. 1868, p. 464.

(2) BALBIANI, Recherches expérimentales sur la Mérotomie des Infusoires Ciliés. *Recueil zool. Suisse*, t. V.

(3) BALBIANI, Nouvelles recherches expérimentales sur la Mérotomie des Infusoires Ciliés. *Annales de Micrographie*, 1892.

(4) M. VERWORN, 1. Biologische Protisten Studien. (*Zeitsch. f. wiss. zool.*, 46. 1888,

2. Psychophysiologische Protisten Studien. Iéna, 1889.

3. Die physiologische Bedeutung des Zellkerns. *Archiv. f. die gesam. Physiologie*, t. LI, 1891.

» et vivent comme des cellules normales. Les masses dépourvues de
 » noyau peuvent encore étendre des pseudopodes et englober des
 » proies, même des proies vivantes, Infusoires, Crustacés, etc....
 » Quelques-unes de ces proies parviennent à se dégager au prix
 » d'efforts considérables, mais celles qui n'y réussissent pas sont tuées
 » et semblent subir un commencement de digestion ; ainsi, des
 » Infusoires ingérés pouvaient prendre une forme à peu près sphé-
 » rique, mais leur contour restait très net. Jamais l'auteur, même en
 » suivant le sort des ingesta jusqu'à la mort de la masse englobante
 » n'a vu ces ingesta être réduits en bouillie ainsi qu'il l'a observé
 » fréquemment chez des êtres entiers de la même espèce. »

M. VERWORN rapporte cette absence de digestion à l'impossibilité dans laquelle se trouve le protoplasma énucléé de *sécréter un suc digestif*, de même qu'il est incapable de sécréter une coque ou une dissolvante du membrane quelconque.

*
* *

Les expériences de métromie que j'ai faites sur *Gromia fluvialis* DUJ. n'avaient d'autre but d'abord que de me permettre d'étudier les phénomènes digestifs en dehors de la coque, c'est à dire l'action dissolvante du protoplasma.

Pour cela, je profitais du moment où un corps étranger, algue ou Infusoire, venait d'adhérer au réseau pseudopodique pour détacher par une section nette du reste de l'animal la partie du réseau qui portait le corps étranger ; je pouvais ainsi en dirigeant mon incision d'une façon variable, isoler suivant les cas, des masses sarcodiques de volumes différents. J'ai observé sur ces masses isolées des phénomènes dont les uns sont identiques, les autres analogues à ceux que M. VERWORN a décrit chez les Réticulés marins.

Après la section, la partie isolée se contracte de façon à acquérir la forme non pas d'une boule mais d'une *plaque* à contour plus ou moins exactement circulaire ou elliptique. Au bout de très peu de temps elle recommence à émettre des pseudopodes qui s'anastomosent et forment un réseau tout à fait analogue à celui de la *Gromie* nucléée. L'ensemble de la partie isolée ressemble alors à une de ces

grandes plaques polygonales que nous avons vu se produire par suite de la coalescence d'un grand nombre de pseudopodes de la Gromie intacte (fig. 7 b.)



Fig. 7. Une masse de pseudopodes séparée par une section d'avec la Gromie entière.

(a) tout de suite après la section.

(b) au bout de 3/4 d'heure environ.

LEITZ (oc. 3, obj. 8).

M. VERWORN décrit quelque chose d'analogue pour une partie isolée du sarcode intracapsulaire de *Thalassicolla nucleata* mais il donne une description et une figure différente pour ce qui semblait devoir s'en rapprocher davantage, savoir une masse pseudopodique isolée d'un Foraminifère, *Orbitolites complanatus*. Dans ce dernier cas, en effet, c'est plutôt une masse *sphérique* irrégulière qui se produit par contraction, et ensuite, quand les pseudopodes se forment à nouveau, ils paraissent rayonner autour d'une sphère à contour *distinct* et dont la substance ne se prolonge pas insensiblement en eux. Il me semble que cette différence serait en faveur de l'hypothèse que le protoplasma de la Gromie est moins séparé de l'eau que celui de l'*Orbitolites*.

Cette masse énucléée semble pendant quelque temps un être vivant complet qui fait songer instinctivement au *Protopogenes porrecta* de M. SCHULTZE ; mais bientôt apparaissent les phénomènes de dégénérescence si bien décrits par M. VERWORN pour le sarcode intracapsulaire de *Thalassicolla nucleata*; chaque filament du réseau pseudopodique se trouve remplacé par une série de guttules ou plus exactement de petites plaques protoplasmiques isolées et il y a une plaque un peu plus grande au centre.

Le laps de temps nécessaire pour que cette dégénérescence ait lieu est assez variable avec les circonstances mais il est généralement assez court, deux heures au minimum, mais quatre heures 1/2 à cinq heures au maximum. Les chiffres donnés par M. VERWORN sont notablement plus faibles, ce qui tendrait encore à faire croire à l'infériorité d'organisation de la Gromie par rapport aux types marins.

Les substances ingérées primitivement subissent dans ces masses énucléées un certain nombre de modifications, sur lesquels je vais

m'étendre quelques instants, mais d'autres Infusoires peuvent aussi venir adhérer au réseau pseudopodique après l'incision, et quand il y a peu de temps que cette incision est faite, le phénomène d'ingestion est *identique* de point en point à celui que l'on observe chez les Gromies nucléées.

Au bout d'un temps plus ou moins long de séjour intraprotoplasmique, les Infusoires ingérés sont immobilisés, tués ; et leur plasma s'ajoute à celui de la masse ambiante. J'ai vu des pièces squelettiques de Coleps qui semblaient tout à fait vides au bout de très peu de temps. Quant aux téguments, plus solides que le plasma, qui paraissent se dissoudre à la longue dans la Gromie nucléée, comme les téguments d'une Paramécie par exemple, ils ne semblent pas modifiés ; il est vrai que nous ne savons pas au bout de combien de temps la dissolution de ces parties était complète puisque les ingesta se trouvaient à l'abri de l'observation dans la coque ; il est possible que le séjour d'une proie de cette nature dans le sarcode, pendant le temps qui s'écoule entre l'incision et la mort de la partie isolée, soit insuffisant pour que cette dissolution s'achève ; on ne peut donc guère tirer de conclusion de ce fait.

Des grains d'amidon qui ont séjourné pendant toute la période de survie dans les masses isolées ont perdu leur biréfringence mais n'ont pas montré ces crevassements et cette diminution de volume que nous avons constatée après un séjour plus long chez les Gromies nucléées.

Comme je l'ai fait remarquer plus haut, on ne peut considérer que chez les êtres dont nous nous occupons, les phénomènes de digestion, de dissolution, soient précédés d'une *sécrétion* puisqu'il n'y a pas de vacuole. On ne peut attribuer ces phénomènes qu'à l'action dissolvante propre du plasma dans lequel baignent les ingesta. Je ne vois donc pas comment l'absence de digestions aussi complètes que chez l'être nucléé pourrait faire admettre la manière de voir de M. VERWORN que le noyau *influe sur les sécrétions digestives*.

La seule conclusion que je puisse tirer des faits précédents est, pour le moment, soit que le séjour des ingesta à l'intérieur de la masse énucléée est trop court pour permettre à une dissolution complète d'avoir lieu, soit que *la composition de la masse sarcodique isolée ne reste pas constante après qu'elle a cessé d'être soumise à l'influence du noyau*, et que le liquide qui la constitue au bout de quelque temps ne jouit plus des propriétés dissolvantes du plasma normal.

Je n'émet pas l'hypothèse, pour le cas des grains d'amidon par exemple, d'une saturation possible de la petite quantité de plasma qui l'entoure, car dans les masses isolées de volumes très différents, je n'ai pas observé de différences dans le degré d'altération d'un grain d'amidon *ingéré seul*.

Les observations de M. Verworn sur des animaux chez lesquels les ingesta restaient toujours extérieurs à la coque, et par conséquent visibles, me permettent par analogie de rejeter ma première hypothèse du trop peu de durée du séjour des ingesta dans le plasma ; nous sommes donc amenés à penser plutôt *qu'il y a modification du plasma après qu'il a été séparé du noyau*.

L'ingestion de grumeaux d'alizarine sulfoconjuguée va nous donner un renseignement précieux.

Nous avons vu plus haut qu'une particule de cette substance indique par sa couleur, dès qu'elle est ingérée, la réaction du plasma dans lequel elle baigne. Son ingestion par une masse isolée n'a rien de remarquable au début ; la réaction à l'intérieur du sarcode est à peu près identique, comme nous l'avons vu, à celle de l'eau ambiante. Mais, augmentons l'alcalinité de cette eau ambiante ; nous verrons d'abord, de l'alizarine rose dans le sarcode énucléé tandis qu'il y en aura de violette à l'extérieur. Seulement, au bout de peu de temps, cette différence de couleur deviendra moins nette, *elle finira même par ne plus exister du tout ; la réaction du sarcode énucléé ne restera pas indépendante de celle de son milieu*. J'ai remarqué d'ailleurs que cet accroissement d'alcalinité, surtout s'il était assez considérable, augmentait la rapidité de la dégénérescence.

Voilà donc une différence fort sensible avec ce que nous avons observé chez les Gromies nucléées dans lesquelles la réaction protoplasmique était constante malgré les variations du milieu. Une autre modification se produit, qui se traduit par l'apparence même de la masse sarcodique énucléée au stade de dégénérescence. Les contours naguère tourmentés et *concaves* vers l'extérieur n'existent plus ; à une île unique ont succédé plusieurs petits îlots de forme vaguement sphérique, dans tous les cas à *surface limitante convexe vers l'extérieur*, ce qui me semble en relation avec une variation de la tension superficielle au contact de l'eau. Or, cette variation ne peut guère tenir qu'à des changements survenus dans la composition du liquide plasmique. Elle se manifeste non seulement par l'apparence

nouvelle des contours mais encore par l'impossibilité d'y adhérer que témoignent les corps suspendus dans l'eau, corps qui tout à l'heure étaient facilement agglutinés par le sarcode.

Or, ces changements de composition de l'existence desquels nous avons deux preuves, survenant après que le sarcode a cessé de contenir le noyau, doivent naturellement nous faire songer à une certaine action de cet organe sur *le maintien de la composition constante du protoplasma*. Si nous nous affranchissons autant que possible des idées préconçues que fait naître la comparaison instinctive des phénomènes vitaux d'un *être très inférieur* avec ceux qui nous sont plus familiers des êtres plus élevés en organisation ; — si nous comparons ce sarcode dans lequel nous n'avons constaté aucune trace d'organisation, aux liquides visqueux dont il me semble différer que par quelques particularités très spéciales, nous sommes amenés à nous figurer cette influence d'un noyau plongé à son intérieur comme une action immédiate peut-être complexe, mais non comme un phénomène vital mystérieux.

Le noyau étant complètement séparé du milieu extérieur par le protoplasma, nous ne pouvons pas songer à une influence directe de cet organe sur les échanges osmotiques qui se font à la surface du protoplasma entre ce liquide et le liquide ambiant. Une telle explication ne pourrait nous venir à l'idée que par une comparaison dangereuse avec des êtres supérieurs. Cette action directrice de noyau à distance nous semblerait possible si nous nous reportions aux phénomènes nerveux par exemple. Au contraire, nous n'aurons à recourir qu'à des explications d'ordre moins mystérieux si nous admettons que les échanges entre le milieu extérieur et le protoplasma se font en dehors de toute influence suivant les lois normales de l'osmose, mais qu'ensuite le noyau, organe, appareil, plongé dans le milieu protoplasmique dépourvu d'organes peut, par son activité propre, transformer les substances nouvelles qui ont été ainsi ajoutées au sarcode et que les courants intraprotoplasmiques amènent successivement à son contact. Ce serait le noyau qui maintiendrait constante la composition du protoplasma, qui transformerait en protoplasma, avec le concours d'éléments existant déjà dans celui qui l'entoure, tous les liquides nouveaux ajoutés au protoplasma. Ce serait en réalité le noyau qui élaborerait le protoplasma.

Considérons maintenant notre masse isolée, énucléée ; au début, elle est composée de protoplasma et jouit de toutes les propriétés, osmotiques, dissolvantes, etc., du protoplasma ; au bout de quelque temps tous ces phénomènes ayant modifié sa composition *qu'aucune influence ne maintient constante*, CETTE MASSE N'EST PLUS DU PROTOPLASMA. Elle n'en a plus les propriétés dissolvantes ; elle cesse peu à peu d'en avoir toutes les propriétés. Le protoplasma n'est protoplasma que sous l'influence du noyau. On peut attribuer au protoplasma même tous les phénomènes que l'on observe à son intérieur quand il est sous l'influence du noyau ; tous les phénomènes que l'on observe à son intérieur quand le noyau est enlevé, ne sont plus au bout d'un certain temps des phénomènes protoplasmiques de la Gromie, puisque ce que l'on observe n'est plus du protoplasma de Gromie.

*
* * *

Si, après avoir séparé par une incision une partie du réseau pseudopodique d'une Gromie, on laisse la préparation telle quelle, il arrive souvent qu'au bout d'un certain temps les pseudopodes de l'être nucléé viennent au contact de ceux de la masse isolée. Quand cela a lieu après quelque instants seulement de séparation, la soudure est immédiate ; il semble seulement que l'on observe dans le réseau une plaque polygonale de plus. La masse sarcodique totale s'est accrue d'une certaine quantité de substance *ayant la même constitution qu'elle* ; c'est un cas de *nutrition* indéniable, puisqu'il y a eu *addition* ; c'est un cas de *nutrition directe* puisque la substance ajoutée n'a pas besoin d'être modifiée en quoi que ce soit avant de faire corps avec le sarcode total dont elle ne change pas la composition.

Supposons, au contraire, que la masse isolée soit restée longtemps séparée de l'être nucléé, qu'elle soit au stade de dégénérescence par exemple ; j'ai vu plusieurs fois dans ce cas les gouttelettes protoplasmiques qui la constituent touchées par les pseudopodes d'une Gromie. Il y a adhérence et, immédiatement, on voit le contenu de cette gouttelette s'écouler dans le pseudopode *vers le noyau* ; ce phénomène ressemble tout à fait, pour l'œil, à celui de l'écoulement du plasma d'un Infusoire dans le plasma d'un

Acinétiou par le canal d'un tube suceur. Il y a encore ici un cas certain de nutrition, puisqu'il y a addition de substance; seulement, cette nutrition n'est plus absolument directe; elle aura besoin pour être définitive, d'une action postérieure par laquelle le sarcode devenu différent de celui de l'être nucléé par son long séjour à l'état isolé dans l'eau, lui redeviendra semblable, de façon que la composition générale ne soit pas changée, sera en un mot ASSIMILÉ.

M. VERWORN, qui a observé un phénomène tout à fait analogue chez *Orbitolites*, voit dans cet écoulement centripète du contenu de la guttule dégénérée, *une sorte de revivification d'un protoplasma, mourant par perte de ses connexions avec le noyau, par un protoplasma vivant et étranger ayant conservé ses connexions nucléaires* (1).— Cette manière de voir me semble plus compliquée que celle à laquelle je me suis arrêté. Je ne vois aucune différence fondamentale entre le cas de l'addition au sarcode de la Gromie de cette guttule isolée, et celui de l'addition au même sarcode du plasma, miscible avec lui, d'un Infusoire ingéré. Dans les deux cas, le liquide ajouté est de composition *analogue* à celle du sarcode ingérant; dans les deux cas, elle est de composition *différente* de celle du sarcode ingérant, et rien ne peut même nous faire penser que cette différence soit plus grande dans un cas que dans l'autre; dans les deux cas il y a entraînement vers le noyau des parties ajoutées, en vue de l'assimilation.

*
* *

Supposons maintenant que deux masses isolées, dépourvues de noyau, soient au voisinage l'une de l'autre; si elles sont de même âge, c'est-à-dire si elles ont été séparées en même temps du réseau de la Gromie, elles ne pourront se rencontrer que pendant la période d'extension de leurs pseudopodes, et si cela a lieu, leurs pseudopodes se souderont naturellement comme ils se seraient soudés à ceux de la Gromie nucléée.

Si l'une des masses est jeune et l'autre dégénérée, une guttule de la seconde pourra s'ajouter au plasma de la première en coulant dans son intérieur. L'addition de substance est donc nettement possible,

(1) BALBIANI, *Annales de Micrographie*, 1892.

pour une masse énucléée, peu de temps après sa séparation de la Gromie ; la différence avec le cas de l'addition à une Gromie nucléée sera seulement l'absence d'*assimilation*. C'est absolument la même chose qui se passe quand un Infusoire est ingéré par une masse énucléée, et que son plasma se mêle à cette masse. Seulement, par suite de la non *assimilation*, la composition de la masse énucléée varie, précisément à cause de toutes les additions ou soustractions dont elle est le siège, soit par nutrition, soit par osmose, et elle perd ainsi au bout de peu de temps plusieurs de ses propriétés initiales, ses propriétés dissolvantes par exemple, comme nous l'avons vu plus haut. Elle cesse aussi d'avoir la même réaction, ce qui est tout naturel, si l'on admet qu'aucun appareil n'existe plus en elle qui soit chargé de maintenir constante cette réaction, c'est-à-dire la réaction du mélange avec les parties initialement existantes de parties nouvelles ajoutées, ayant chacune sa réaction propre.

Je reviens à ce propos sur le cas rapporté au chapitre précédent de l'addition à une Gromie nucléée d'une guttule de sarcodé dégénéré ; lorsque cette observation est faite en milieu préalablement alcalinisé, on peut arriver avec quelque patience à obtenir que cette addition ait pour objet une guttule contenant un grumeau d'alizarine devenu violet à son intérieur ; eh bien ! quand l'addition, l'*ingestion* a lieu, on voit ce grumeau d'alizarine entraîné dans le courant centripète avec le reste du sarcodé passer successivement par toutes les teintes de la zone sensible depuis le violet jusqu'au rose, à mesure que le sarcodé alcalin dans lequel il baigne se mélange avec des quantités plus considérables du sarcodé moins alcalin de l'être nucléé. Dans cette observation, la quantité de substance plus alcaline ajoutée au protoplasma moins alcalin est très peu considérable par rapport à la masse totale de la Gromie ; aussi quand il y a mélange, la réaction définitive n'est-elle pas modifiée sensiblement ; mais si l'on suppose un grand nombre d'additions semblables, la réaction définitive devrait finir par devenir plus alcaline, s'il n'y avait aucune action ultérieure maintenant sa constance. Or, on peut laisser vivre une Gromie dans de l'eau à réaction violette pendant fort longtemps sans que sa réaction propre cesse d'être rose, ce qui n'a pas lieu pour une masse énucléée comme nous l'avons vu.

Le fait que je viens de raconter de cette ingestion d'une certaine quantité de matière plus alcaline, me confirme dans l'opinion que j'ai

émise plus haut ; « que le rôle de noyau en tant qu'appareil chargé de maintenir constante la réaction du protoplasma qui le baigne, est de modifier, d'assimiler les substances *ajoutées*, soit par osmose, soit autrement, audit protoplasma, et non d'agir directement d'une façon mystérieuse sur les échanges osmotiques qui s'effectuent entre le protoplasma et l'extérieur.

Nous pouvons résumer les résultats précédents dans les conclusions suivantes :

Quand on sépare d'une Gromie une masse plus ou moins grande de sarcode, cette masse isolée et dépourvue de noyau présente encore les propriétés caractéristiques du protoplasma de l'être nucléé, *pendant les premiers temps qui suivent l'opération*. Elle est capable d'englober des corps étrangers venus au contact d'elle, de s'additionner de substance sarcodique, de commencer à dissoudre certains corps solides.

*
* *

Au bout de quelque temps de séjour dans l'eau, les additions précitées et les phénomènes d'osmose ayant lieu sans être suivis d'*assimilation*, la masse isolée devient différente du protoplasma d'une Gromie nucléée et perd ses propriétés dissolvantes. Sa réaction cesse d'être indépendante de celle du milieu.

*
* *

L'influence du noyau sur les phénomènes *qui se passent dans l'intérieur du protoplasma* d'une Gromie entière se réduit à maintenir constant le milieu dans lequel ces phénomènes se produisent ; en d'autres termes, tous les phénomènes intraprotoplasmiques constatés chez une Gromie nucléée sembleraient devoir se produire dans le protoplasma séparé du noyau, si par un procédé quelconque on mainte-

naît constante la composition de ce protoplasma ; c'est-à-dire que le noyau de la Gromie n'a d'influence directe sur aucun phénomène se passant dans l'intérieur du protoplasma supposé de composition constante.

* * *

J'ai spécifié avec soin que toutes les conclusions précédentes étaient appliquées *aux Gromies* et à ces êtres seuls qui ont autour de leur noyau un protoplasma ne manifestant d'aucune manière une différenciation quelconque dans des parties quelconques ; à ces êtres chez lesquels, malgré les idées les plus fortement prévenues par des comparaisons avec d'autres animaux plus complexes, on ne peut voir, en d'autres termes, en dehors du noyau, *que le sarcode de DUJARDIN* (1).

On sait que le noyau ne peut que se détruire en dehors du protoplasma ; les essais de transplantation de noyau que M. VERWORN a faits sans succès, ne devraient naturellement pas réussir puisque à un moment donné cet organe était en contact direct avec l'eau. Ne pourrait-on pas trouver dans ce fait de la nécessité d'un milieu constant autour du noyau, une raison de la mort des Infusoires ingérés par une Gromie ?

Le noyau de ces Infusoires ingérés baigne au bout de quelque temps dans un plasma dont la composition n'a pu rester constante au milieu de la masse considérable englobante de laquelle il n'est peut-être séparé (aux endroits où il est nu) que par une tension très faible n'empêchant pas le mélange. Le noyau de l'Infusoire ingéré baignant ainsi dans du plasma de Gromie, doit mourir, et le plasma de l'Infusoire ajouté à celui de la Gromie, fait partie de l'individualité de cette dernière dans laquelle il n'y a plus qu'un noyau fonctionnant. C'est en effet le noyau seul qui constitue l'individualité de la Gromie (dans laquelle le protoplasma n'est encore aucunement différencié), ainsi que le prouve le peu d'importance de la soustraction ou de l'addition de parties du réseau pseudopodique.

(1) Voyez dans la *Partie générale* du Mémoire de M. BALBIANI (*Annales de Micrographie*, 1893) la très remarquable discussion des conclusions de cet auteur, de M. VERWORN et de B. HOFER.

Au point de vue de la nutrition on peut dire que chez la Gromie :

1° L'addition de substance nouvelle à la substance préexistante de l'être peut être de trois natures différentes :

(α) Il y a addition directe au plasma d'une certaine quantité de plasma identique.

(β) Il y a addition au plasma d'une substance différente de lui, mais miscible avec lui.

(γ) Il y a introduction dans le plasma de substances solides, que le plasma peut dissoudre, et qui, ainsi dissoutes et miscibles avec le plasma, s'ajoutent à lui.

Dans tous ces cas, c'est le plasma lui-même qui accomplit tous les actes desquels dépend l'addition. [L'addition correspondrait dans les cas les plus compliqués (γ) aux formes les plus simples de ce qu'on a l'habitude d'appeler chez les animaux plus élevés digestion et absorption].

*
* *

2° L'addition de substances étrangères au plasma primitif dont les éléments se détruisent peu à peu par suite des combustions vitales, modifierait rapidement la composition de ce plasma, si une *assimilation* n'avait pas lieu ; cette assimilation ne se produisant plus quand le noyau est écarté, il semble qu'on doive attribuer à cet élément la fonction assimilatrice. Une substance miscible avec le protoplasma et ajoutée à lui participe immédiatement à toutes les réactions vitales, mais elle ne fait, à proprement parler, partie de l'individualité de la Gromie que quand le noyau l'a assimilée.

*
* *

De ces conclusions résulte immédiatement la définition de l'individualité, que nous pouvons appliquer par exemple au cas des Gromies sociales, chez lesquelles le réseau pseudopodique est commun à plusieurs individus. Les substances ajoutées au plasma commun peuvent être assimilées par l'un ou l'autre des noyaux au profit de toute la colonie quant au résultat de la constance de composition du plasma tout au moins. Quant à la croissance de chaque noyau, croissance qui permettra ensuite à l'individu de se reproduire, la vie sociale n'y est peut-être pas directement intéressée.

En quoi consiste ce rôle de l'organe assimilateur ? Toutes les substances liquides ajoutées au plasma passent-elles au travers du noyau pour être réparties après assimilation, dans le plasma d'où elles viennent ? On peut faire à ce sujet telle hypothèse que l'on voudra.

Dans tous les cas, chez ces êtres dans lesquels le protoplasma est encore absolument dépourvu d'organisation, le noyau semble chargé d'élaborer un protoplasma de composition constante au moyen de matériaux qu'il puise dans ce protoplasma même et que le protoplasma puise à l'intérieur.

*
* *

L'absence absolue d'organisation, en dehors du noyau, chez les Gromies, amène à considérer ces êtres comme les plus simples des êtres nucléés ; l'individualité y semble la propriété exclusive du noyau. Chez les Amibes, nous trouvons une différenciation du protoplasma, des organes intraprotoplasmiques ; l'individualité paraît déjà appartenir moins exclusivement au noyau. Quant aux Infusoires que M. BALBIANI a si complètement étudiés au point de vue de la mérotomie, la différenciation de leur protoplasma devient extrême, et le nombre très considérable des organes qui y apparaissent nous éloigne tellement des Gromies, que l'on s'exposerait à des erreurs très graves et à des idées préconçues très dangereuses, rien qu'en appelant du même nom ce qui, chez ces deux catégories d'êtres, est en dehors du noyau.

IV. Études sur *Amoeba proteus*.

J'ai déjà publié (1) les résultats d'études faites sur des Amibes au point de vue de la digestion intracellulaire particulièrement ; ces études avaient été faites sur de petites espèces, parce que je n'avais pas pu me procurer à ce moment les très grosses Amibes que j'ai actuellement en grande abondance dans mes bocaux. J'ai pu vérifier très facilement sur ces nouveaux individus les résultats que j'avais obtenus autrefois, notamment au point de vue de la sécrétion acide dans les vacuoles, mais j'ai pu faire également sur eux des observations que leur grande taille seule rend possible.

Je me suis appliqué surtout à l'étude des différences que ces Amibes, prises comme type des Rhizopodes lobés, présentent avec les Gromies considérées comme type des Rhizopodes réticulés les plus simples.

BRUNO HOFER (2) donne au commencement de son mémoire une bonne description des phénomènes vitaux de *Amoeba proteus*. Je ne m'occuperai donc ici que de ceux d'entre ces phénomènes qui m'ont semblé présenter un rapport direct avec l'existence d'une forte tension superficielle au contact de l'Amibe et de l'extérieur, et dont j'ai déjà signalé quelques-uns au début de ce travail à propos de la Gromie.

Dans une préparation faite sans aucun soin et observée à un fort grossissement on voit avec la plus grande netteté que ces Amibes, qui coulent très vite entre les amas de bactéries et de débris végétaux épars çà et là, présentent une région centrale opaque, granuleuse, entourée d'une auréole claire absolument hyaline dont les contours sont très nets. AUERBACH a, le premier, attiré l'attention des naturalistes sur l'existence de cette région périphérique, que beaucoup d'auteurs ont décrite et diversement nommée depuis et à laquelle j'attache, au point de vue où je me suis placé, une importance considérable.

(1) *Bull. Sc.* 1891.

(2) BRUNO HOFER, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma. *Jenaische Zeitschr. f. Natur.*, t. XXIV, 1890.

L'observation de l'écoulement des granulations qui a lieu à l'extrémité d'un pseudopode en voie de croissance est extrêmement intéressante.

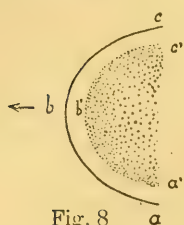


Fig. 8

Le bord antérieur (abc) ressemble tout à fait à celui d'une flaque d'eau qui s'étale sur une table horizontale; la moindre inclinaison de la table dans une direction quelconque fera naître de cette flaque d'eau un véritable pseudopode qui, pour l'œil de l'observateur, reproduira exactement celui d'une Amibe vue à un fort grossissement. La table

reproduit le porte-objet, la tension superficielle au contact de l'eau et de l'air reproduit la tension superficielle au contact de l'Amibe et de l'eau.

Derrière le front (abc) et parallèle à lui, on voit s'avancer avec la même vitesse le front ($a'b'c'$) de l'aire granuleuse; ces deux lignes parallèles restent toujours séparées par une bande claire dont la largeur ne peut descendre au-dessous d'un certain minimum, l'auréole claire d'AUERBACH.

Lorsqu'on suit pendant longtemps, sans ajouter d'eau à la préparation, les mouvements d'une Amibe entre des débris végétaux épars, la pression augmente sous le couvre-objet par suite de l'évaporation; mais, à cause des corps étrangers qui se trouvent autour de l'Amibe observée, cet animal peut être en certains endroits soustrait, en d'autres soumis au contraire à une compression locale de la part du porte-objet; dans ces conditions l'extrémité d'un pseudopode, obligée par écrasement de s'étaler davantage arrive quelquefois à la limite de résistance de son enveloppe; cette enveloppe éclate, une partie du contenu granuleux sort dans la direction de la flèche, et en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire, le contour (abc) a repris son apparence normale, pendant que la partie du contenu granuleux qui est sortie paraît constituée de *granules isolés dans l'eau et non enfermés* dans un contour spécial.

Cette observation me semble éclairer d'un jour tout particulier la constitution de l'Amibe. D'abord nous sommes immédiatement amenés à considérer cet être comme formé d'un sac hyalin et extensible contenant à son intérieur un liquide chargé de granulations. Ce liquide comme nous l'avons vu au moment de la rupture du sac,

est miscible avec l'eau ou en est tout au moins séparé par une tension superficielle insignifiante ; (puisque, dès qu'il est sorti, il ne forme pas une masse apparente autour des granulations sorties avec lui et qui sont immédiatement baignées par l'eau.)

La paroi élastique du sac offre naturellement son extension minima quand elle est sphérique puisque la sphère est, de toutes les surfaces, la moindre pour le même volume circonscrit. La forme de repos d'une Amibe, quand aucune force intérieure n'est mise en jeu est donc la forme sphérique, et l'on sait en effet, qu'une Amibe flottant inerte dans un liquide, est sphérique quand elle est gorgée de nourriture ; elle peut avoir une forme quelconque quand elle est dans un état d'inanition, parce que son contenu est petit par rapport à la capacité du sac.

Ceci étant, considérons l'Amibe aplatie par le couvre-objet ; l'aplatissement augmentant le contenu de l'animal réparti sur une épaisseur de plus en plus faible doit s'étendre de plus en plus en surface ; il arrive un moment où le sac trop tendu éclate en un point, mais immédiatement déchargé par la sortie d'une partie de son contenu il se referme et *se ressoude immédiatement*. Le phénomène d'éclatement pourrait appartenir à une membrane élastique quelconque ; la ressoudure immédiate sans aucune trace de cicatrice nous fait penser naturellement à considérer cette membrane comme une couche liquide ayant une tension superficielle considérable. Si nous considérons l'Amibe comme formée de deux liquides, l'un interne et miscible à l'eau, l'autre périphérique et séparé de l'eau par une forte tension superficielle, tous les phénomènes que nous venons d'observer s'expliquent avec la plus grande facilité ; nous constatons de plus que le liquide interne de l'Amibe a une réfringence égale ou au moins très voisine de celui qui en fait la paroi, réfringence très nettement différente de celle de l'eau.

Cette présence de deux liquides différents, dont l'extérieur est très vigoureusement séparé de l'eau ambiante, nous amène naturellement à considérer les Amibes comme des êtres plus élevés en organisation que ne le sont les Gromies. C'est dans le liquide externe résistant qu'est creusée la vacuole contractile avec tout le système aquifère ou excréteur dont il n'existait pas trace chez la Gromie. Mais je ne m'occupe pas d'avantage de cette organisation compliquée et je reviens aux phénomènes de nutrition.

D'abord, j'ai déjà insisté sur ce fait, les corps étrangers suspendus dans l'eau n'adhèrent pas à l'Amibe comme ils adhèrent à la Gromie; le phénomène de l'ingestion a besoin, pour se produire, de l'application d'une force spéciale, et cette force c'est le mouvement même de l'Amibe qui la fournit. D'autre part, le corps étranger à englober ne peut pas venir au contact direct de l'Amibe; il porte toujours adhérent autour de lui une goutte du liquide ambiant, avec laquelle il sera englobé; c'est cette goutte du liquide qui touche la paroi de l'Amibe, qui est comprise dans l'enfoncement de cette paroi un peu avant l'ingestion, et qui est enfin englobée; elle se trouve naturel-

lement entourée d'une couche du liquide externe de l'Amibe, quand les bords de l'enfoncement sont devenus coalescents.

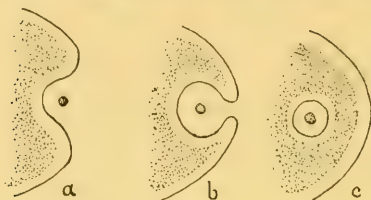


Fig. 9

La vacuole se trouve donc constituée par une goutte d'eau contenant le corps étranger et entourée d'une couche du liquide

résistant externe de l'Amibe. La façon dont le phénomène se passe le prouve et d'ailleurs il n'en pourrait être autrement. Je crois avoir démontré expérimentalement d'une façon indiscutable (1) que le contenu de la vacuole est toujours, au début, *de l'eau extérieure*. Nous avons vu que le liquide interne de l'Amibe est miscible avec l'eau, si donc il y avait contact direct entre l'eau ingérée et le liquide interne, ces liquides se mélangeraient, la vacuole disparaîtrait, et le corps solide ingéré viendrait directement au contact du protoplasma, *ce qui n'a jamais lieu*.

C'est justement pour cela que nous trouvons ici dans la nutrition une complexité plus grande que chez la Gromie; il devra y avoir ici, sécrétion dans la vacuole, digestion dans la vacuole et absorption, *quelle que soit la nature, même protoplasmique des ingesta*. Je n'insiste pas sur ces phénomènes que j'ai longuement étudiés ailleurs.

*
* *

(1) *Bull. Sc.*, 1891.

Une autre expérience s'explique encore fort bien par l'hypothèse ci-dessus exposée de la constitution de l'Amibe, c'est l'expérience classique de BRUNO HOFER qui est si facile à reproduire sur ces grosses espèces. BRUNO HOFER fait remarquer que *Amoeba proteus* est une très bonne espèce pour les expériences de mérotomie, parce qu'il n'y a pas perte de substance et qu'il y a cicatrisation immédiate.

Eh bien, considérons cette opération de mérotomie elle-même. La lame tranchante, *mouillée par l'eau*, ne vient pas au contact direct de l'Amibe ; elle détermine une dépression dans la couche externe, dans l'ectoplasme de l'Amibe et arrive à l'amener au



contact de l'ectoplasme de la face inférieure ; il y a soudure de ces deux ectoplasmes, et quand la section est opérée, l'endoplasme qui, seul à cause de sa fluidité eût pu couler à l'extérieur, n'a pas été un seul instant au contact de l'eau.

Cette explication m'a suggéré une expérience qui a facilement réussi ; avec une aiguille très bien lavée à l'alcool et ainsi mouillée par l'eau, j'ai percé sous le microscope une Amibe de part en part ; la figure 10 représente exactement ce qui se passe dans le plan de l'aiguille ; j'obtiens ainsi un tore tout à fait comparable à ceux que nous avons rencontrés si fréquemment chez les Gromies (voyez figure 4) ; mais ces tores, normaux chez les Gromies sont monstrueux chez les Amibes. Ils expliquent à mon avis l'observation de CLAPARÈDE et LACHMANN (1) : « Une seule fois nous avons rencontré » une *Arcella vulgaris* présentant deux expansions unies sur une » seule à leur extrémité. Mais nous n'avons pas vu que ces expansions eussent été précédemment séparées l'une de l'autre dans toute » leur étendue, et cette séparation ne s'effectua pas non plus pendant » que nous observâmes l'animal. Il est donc fort possible que nous » ayons simplement eu affaire à une monstruosité. » Je pense que l'*Arcella* en question avait dû être transpercée accidentellement par un crustacé ou tout autre animal à téguments rigides.

(1) CLAPARÈDE et LACHMANN, Étude sur les Infusoires et les Rhizopodes, p. 416.

J'aurais désiré avoir sur les parties énucléées des Amibes les renseignements que m'avait fournis l'emploi de l'alizarine sulfoconjuguée chez les Gromies, à savoir, la preuve de l'influence de la réaction du milieu extérieur sur les masses sarcodiques énucléées. Il est impossible, de quelque façon qu'on opère, d'amener des corps solides étrangers tels que des grumeaux d'alizarine, au contact direct du protoplasma d'une Amibe, ce qui est la seule condition dans laquelle ce réactif colorant donnerait l'indication de la réaction même du sarcode. Ainsi que l'a fort bien observé BRUNO HOFER, le fragment énucléé est incapable d'ingérer des corps solides étrangers; mais si l'on a fait ingérer d'abord de l'alizarine à l'Amibe, immédiatement avant la mérotomie, on constate que dans les parties énucléées, comme dans les parties nucléées, *la même sécrétion d'acide a lieu dans les vacuoles* (1). Ce résultat est peu important puisqu'il ne s'applique qu'aux premiers temps qui suivent la mérotomie, et que le fragment énucléé peut vivre encore jusqu'à 13 ou 14 jours. Les procédés d'étude de réaction intraprotoplasmique sont en défaut dans le cas actuel puisqu'il n'y a plus ingestion chez le fragment énucléé.

La remarque précédente prouve seulement, si on l'explique par analogie avec ce que nous avons observé chez la Gromie, que, pendant les premiers temps qui suivent la séparation, le protoplasma énucléé est encore assez peu différent de celui de l'être normal pour qu'une vacuole creusée à son intérieur, et au début pleine d'eau, se remplisse par dialyse des mêmes substances que si elle était creusée dans le sarcode nucléé. J'ai longuement exposé ailleurs (2) qu'il me semble impossible de faire intervenir dans l'explication de cette sécrétion autre chose que la composition même du plasma qui entoure la vacuole, et que la sécrétion s'effectue par un simple phénomène de dialyse donnant naturellement *un liquide acide*, sans qu'il soit besoin pour l'expliquer de recourir à des influences vitales mystérieuses.

Le fait que je rapporte ici s'accorde avec l'observation de BRUNO HOFER de la digestion complète d'une Paramécie ingérée

(1) M. BALBIANI a trouvé un résultat contraire chez les Paramécies, mais, il le fait lui-même remarquer, les phénomènes consécutifs à la mérotomie sont variables avec les espèces, et d'ailleurs, les Paramécies lui ont semblé se comporter à tous les points de vue d'une façon tout à fait spéciale.

(2) *Bull. Sc.*, 1891, pp. 300, 301.

seule, pour prouver, je le répète, que pendant les premières heures après la séparation le protoplasma énucléé et le protoplasma nucléé ont des compositions semblables ; assez semblables, au moins, pour que des vacuoles creusées à leur intérieur se remplissent dans les deux cas d'une même sécrétion acide et digestive. Je reviendrai dans un autre article sur cette très intéressante question, ainsi que sur celle de la sécrétion visqueuse à laquelle BRUNO HOFER attribue l'adhérence de l'Amibe au porte-objet. — La longue survie du fragment énucléé de l'Amibe, comparée à la rapide dégénérescence du fragment correspondant de la Gromie, prouve aussi, il me semble, que la substance de l'Amibe est, plus que celle de la Gromie, séparée de l'eau extérieure. Malheureusement aucune preuve directe, variation de la réaction protoplasmique avec celle du milieu, impossibilité de l'adhérence d'un corps étranger, ne vient chez l'Amibe nous montrer ce que nous avons constaté chez la Gromie, l'influence du noyau sur la constance de la composition du plasma.

C'est donc seulement chez la Gromie, que nous pouvons affirmer que toutes les observations faites au bout de quelque temps sur le plasma séparé par mérotomie, portent, non sur du plasma de Gromie, mais sur une substance qui n'en a plus ni la composition ni, par suite, les propriétés.

Quant à l'Amibe nous pouvons seulement établir les conclusions suivantes :

Le sarcode est nettement constitué de deux liquides distincts, l'un interne, fluide et bourré de granulations, c'est l'*endoplasme* ; l'autre périphérique hyalin et séparé de l'eau par une forte tension superficielle, c'est l'*ectoplasme*.

*
* *

La nutrition ne peut en aucun cas avoir lieu directement par addition, puisqu'en aucun cas le plasma ne baigne directement les ingesta. La nutrition doit en conséquence se compliquer d'une sécrétion, d'une digestion et d'une absorption, même pour le cas où les ingesta sont de nature protoplasmique.

La sécrétion acide dans une vacuole (vacuole préexistant à la séparation de la masse énucléée) n'est pas influencée par la séparation ; ce qui semble prouver que cette sécrétion ne dépend que de la constitution du plasma entourant la vacuole et que cette constitution n'est guère modifiée pendant les premières heures qui suivent la séparation.

*
* * *

Les conclusions précédentes mettent en évidence la supériorité de la constitution d'une Amibe sur celle d'une Gromie ; cette supériorité se traduit par la disparition de l'homogénéité du plasma et par une séparation plus nette dudit plasma avec le milieu extérieur. Au point de vue de la nutrition, cette disposition a peut-être un inconvénient puisqu'elle empêche l'addition directe, mais elle empêche aussi l'addition directe des substances nuisibles, c'est-à-dire qu'elle protège mieux l'individu contre l'extérieur, ainsi que le prouve la longue survie des fragments énucléés de l'Amibe.

On peut diviser les plastides nucléés en trois catégories :

1^o Ceux qui, peu séparés du milieu ambiant, comme la Gromie, peuvent s'additionner directement de substances miscibles avec leur plasma ou dissoudre dans leur plasma des substances solides qui viennent y baigner directement.

*
* * *

2^o Ceux qui, quoique séparés du milieu ambiant, comme l'Amibe, peuvent encore introduire, non dans leur plasma, mais dans des vacuoles creusées à son intérieur, des substances solides qui y sont dissoutes sous l'influence de sécrétions digestives venant du plasma ambiant par dialyse.

*
* * *

3^o Ceux qui, enfin, sont tellement séparés du milieu ambiant qu'ils ne peuvent se nourrir que par osmose, et ne peuvent employer à leur nutrition que des substances, soit naturellement absorbables, soit transformées avant l'absorption par une sécrétion extérieure du plastide lui-même.

*
* *

Des trois catégories précédentes, les deux dernières ne sont guère différentes puisque, somme toute, le contenu d'une vacuole creusée dans le protoplasma est en réalité extérieur à ce protoplasma. La première catégorie se distingue au contraire, nettement, des deux autres par la possibilité de l'addition directe.

Dans les conclusions précédentes nous n'avons suivi les phénomènes de nutrition que jusqu'à l'absorption. Ce n'est que pour les Gromies seules que nous pouvons attribuer jusqu'à présent, au noyau, le rôle assimilateur; et je ne parlerai plus que des êtres analogues aux Gromies. M. VERWORN a conclu de ses remarquables études sur les Rhizopodes réticulés que les phénomènes vitaux pouvaient se ramener à une suite d'échanges entre le noyau, le protoplasma, et le milieu extérieur. Je tire, il me semble, de mes observations, des conclusions un peu plus précises en attribuant au noyau un rôle très spécial, celui de la conservation et de l'élaboration du protoplasma avec ses propriétés fondamentales constantes, et en admettant que c'est seulement ainsi que le noyau influe sur les phénomènes intraprotoplasmiques.

Lyon, 27 décembre 1894.





RECHERCHES SUR LES MYXOSPORIDIES

PAR

PROSPER THÉLOHAN.

(Planches VII à IX.).

AVANT-PROPOS.

Je remplis un triste devoir en faisant précéder ce Mémoire de quelques lignes sur l'auteur et les circonstances dans lesquelles fut entrepris son travail.

Vers la fin de l'été de 1889, je me disposais à partir en vacances lorsque je reçus la visite d'un jeune homme blond, aux yeux bleus, à la physionomie sympathique, qui, à la vue de mes malles fermées, s'excusa timidement du dérangement qu'il me causait. Il désirait me soumettre quelques préparations microscopiques relatives à des Protozoaires parasites qu'il avait rencontrés sur des Épinoches rapportées de son pays, Redon (Ille-et-Vilaine). Dans le courant de la conversation il m'apprit qu'il avait suivi les cours de la Faculté des sciences de Rennes, où il avait eu pour maîtres MM. SIMONOT et CHÉ, qu'il s'était fait recevoir licencié ès sciences naturelles, et qu'il venait à Paris faire sa médecine. Il me parut manifester un goût si vif pour les choses de la nature que je l'engageai à ne pas renoncer complètement à ses premières

études et à mener de front la médecine et la zoologie. Je lui offris dans ce but une place dans mon laboratoire, où il put s'occuper de recherches pour une thèse de doctorat ès sciences naturelles. Il accepta ma proposition avec reconnaissance et, dès la rentrée des vacances, il vint s'installer dans mon laboratoire. Sur sa demande de lui indiquer un sujet de recherches, je l'engageai à s'occuper des Myxosporidies, ces organismes parasites encore si mal connus et si peu étudiés jusqu'alors. Témoin journalier des progrès de ses recherches, je le fus aussi du soin extrême, de l'habileté et de la conscience qu'il y apportait, n'acceptant un fait comme définitivement acquis qu'après l'avoir maintes et maintes fois vérifié et contrôlé. Son zèle pour le travail ne connaissait point d'intermittences : les dimanches et jours de fête, je le trouvais à sa table, dans le laboratoire désert, travaillant avec le même entrain qu'aux jours de la semaine, entouré de ses compagnons d'études. Il n'épargna aucune peine pour se procurer de nouveaux matériaux de recherches. Après avoir fréquenté les laboratoires de zoologie maritime des côtes de l'Océan et de la Manche, il visita, dans l'automne de 1893, presque tous ceux de la Méditerranée ; il reçut partout l'hospitalité la plus empressée et la plus bienveillante de la part des directeurs de ces établissements.

Après cinq années d'un travail assidu, pendant lesquelles il avait mené de front ses études médicales et ses recherches zoologiques, il se trouva prêt, à la rentrée des vacances de 1894, à passer ses deux thèses de doctorat en médecine et de doctorat ès sciences naturelles. Hélas ! il ne lui fut pas donné de récolter le fruit de son double labeur. D'une complexion délicate, affaiblie encore par des excès de travail et une mauvaise hygiène, il était revenu souffrant de son pays ; il s'alita vers le milieu de novembre, et succomba le 27 du même mois à une maladie insidieuse, la granulie. Il n'avait pas encore atteint sa trentième année.

Telle fut la courte carrière de mon cher élève THÉLOMAN, si bien remplie toutefois déjà que son nom ne disparaîtra pas de la science. Personnellement, j'avais fondé en lui les plus grandes espérances pour la progression de nos connaissances dans ce grand groupe des Protozoaires, pour lequel il montrait une prédilection marquée, et dans l'étude duquel il avait acquis une

habileté qu'il comptait mettre à profit pour des recherches futures à faire sur les autres types, après avoir mené à bien celles qu'il avait entreprises sur les Sporozoaires.

Le présent Mémoire sur les Myxosporidies est la thèse que THÉLOHAN devait présenter pour l'obtention du grade de docteur ès sciences naturelles. Entièrement achevé en manuscrit pour toute la partie la plus essentielle, c'est-à-dire l'histoire de l'organisation et de la reproduction des espèces qu'il avait eu l'occasion d'observer, l'auteur comptait y ajouter une introduction historique et bibliographique, et un dernier chapitre relatif aux affinités réciproques des différents genres et familles de Myxosporidies. La mort ne lui en laissa pas le temps. Nous n'avons pas cru non plus devoir suppléer à ces lacunes de son œuvre parce que nous avons pensé qu'il n'y avait pas trop lieu de les regretter. En effet, à propos de la description de chacun des différents types en particulier, l'auteur a eu soin d'indiquer les travaux antérieurs le concernant, ce qui supplée jusqu'à un certain point à un résumé historique général de l'ensemble de la classe. Quant au chapitre final qui devait traiter des affinités réciproques des Myxosporidies, quelque intérêt qu'eussent présenté sur ce sujet les opinions d'un auteur qui avait acquis une connaissance si approfondie de ces organismes, il faut bien convenir que cette partie de l'histoire des êtres vivants présente toujours un côté hypothétique qui lui donne moins de rigueur et de précision que celles traitant de leur organisation et de leur reproduction. D'ailleurs une des dernières publications partielles dans lesquelles THÉLOHAN résumait quelques-uns des principaux points de ses recherches avait précisément pour but de nous faire connaître ses idées sur les affinités mutuelles des Myxosporidies, et vient combler en partie la lacune signalée dans le présent Mémoire (1).

En terminant, je ne puis omettre d'indiquer la part que M. HENNEGUY a prise dans la publication de ce travail en corrigeant les épreuves et en remplissant quelques vides du manuscrit par des indications puisées dans les notes de l'auteur, tâche que lui a rendue douce la vive affection qu'il portait à Prosper THÉLOHAN.

E.-G. BALBIANI.

(1) Cette note est reproduite à la fin du Mémoire, page 363.

I.

HABITAT.

Les Myxosporidies, comme tous les êtres inférieurs que l'on a réunis dans la classe des Sporozoaires, sont essentiellement parasites. Il n'en existe point qui mènent une existence libre et aucune phase de leur évolution n'est susceptible de s'accomplir en dehors des organismes qui leur servent d'hôtes. Leurs spores seules peuvent passer quelque temps dans le monde extérieur, mais elles y restent sans changement, à l'état de vie latente et ne retrouvent leur rôle reproducteur, leur activité physiologique, que quand elles sont parvenues dans un milieu approprié.

Ces parasites ont été pendant longtemps désignés sous le nom de *Psorospermies des Poissons*.

Cette expression, parfaitement justifiée dans le principe, puisque c'était pour ces organismes, trouvés d'abord seulement chez des Poissons, que J. MÜLLER avait créé le nom de *Psorospermies*, cessa bientôt d'être suffisamment précise, en raison de l'usage abusif que l'on fit de ce mot pour désigner des éléments disparates et des choses fort différentes entre elles, telles que les Coccidies (*Psorospermies oviformes*), les spores des Grégarines, les Sarcosporidies (*Psorospermies utriculiformes*), etc.

Le nom de Myxosporidies, proposé par BÜTSCHLI, outre qu'il mettait fin à cette confusion, avait l'avantage de ne rien préjuger relativement à l'habitat de ces organismes. En effet, bien que la grande majorité des espèces connues vive aux dépens des Poissons, on en connaît également qui ont pour hôtes habituels des animaux appartenant à d'autres groupes de Vertébrés et d'Invertébrés. Les

observations de ce genre sont actuellement suffisamment nombreuses pour que l'ancienne dénomination, devenue trop étroite et trop absolue, doive être maintenant pour ce second motif définitivement rejetée.

Parmi les Vertébrés, on rencontre des Myxosporidies chez les Batraciens et chez les Poissons; leur existence chez les Reptiles me semble également à peu près certainement démontrée, comme on le verra plus loin.

Les Poissons constituant les hôtes les plus habitués de ces parasites, c'est par eux que je commencerai l'examen des faits relatifs à leur habitat.

*
* *

POISSONS.

La présence de Myxosporidies n'a jamais été constatée chez l'*Amphioxus*, non plus que chez les Ganoïdes et les Cyclostomes, mais on en rencontre chez des représentants de la plupart des familles de Plagiostomes et de Téléostéens.

Chez les Plagiostomes, on en connaît trois espèces, qui vivent uniquement dans la vésicule biliaire. L'une, le *Chloromyxum Lejdigii*, découverte par LEYDIG (1) * en 1851 est répandue chez un assez grand nombre de représentants des différentes familles :

SCYLLIDÉS : *Scyllium catulus*, *Sc. canicula*.

SPINACIDÉS : *Acanthias vulgaris*.

SQUATINIDÉS : *Squatina Angelus*.

TORPÉDIDÉS : *Torpedo marmorata* et *T. oculata*.

RAJIDÉS : *Raja batis*, *Raja alba*.

TRYGONIDÉS : *Trygon vulgaris*.

Une autre espèce que j'ai signalée en 1892 (8) la *Ceratomyxa sphaerulosa*, a été observée tout d'abord à St-Valéry-en-Caux par M. BALBIANI, chez le *Galeus canis* et le *Mustelus laevis*. Enfin, j'ai

* Les chiffres placés après les noms d'auteurs et en caractères gras renvoient au numéro de leurs mémoires cités à l'Index bibliographique, page 366.

trouvé la troisième espèce. *Leptotheca agilis* chez le *Tryggon vulgaris* (Concarneau, le Vivier-sur-Mer), elle existe aussi chez un *Scorpena*.

Un très grand nombre de Myxosporidies vivent aux dépens des Téléostéens.

Certaines familles semblent jouir d'une véritable immunité ; tels sont les Pleuronectidés, les Cycloptéridés. D'autres familles sont peut-être dans le même cas, mais je ne saurais les faire figurer ici, n'ayant pas eu l'occasion d'examiner à ce point de vue les Poissons qui leur appartiennent ou n'ayant pu en étudier qu'un nombre trop restreint pour qu'il me soit possible de tirer de mes observations des conclusions de quelque valeur.

La distribution de ces parasites chez les Poissons semble d'ailleurs très capricieuse et il paraît impossible de dégager des faits connus à cet égard quelque notion générale.

Le genre de vie de ces animaux ne paraît pas avoir, au point de vue qui nous occupe, l'importance qu'on serait tenté *à priori* de lui attribuer. On aurait pu s'attendre, en effet, à rencontrer surtout des Myxosporidies chez les animaux les plus sédentaires, surtout chez ceux qui vivent sur le fond, plus ou moins enterrés dans la vase et, au contraire, les espèces pélagiques pouvaient sembler à l'abri de ces parasites ou du moins bien moins exposées à leurs atteintes. En réalité, il n'en est rien et nous voyons, par exemple, la Sardine servir d'hôte à deux espèces bien distinctes, tandis que l'Uranoscope ne m'en a jamais présenté, non plus que les Triglidés et les Pleuronectidés.

Dans les mêmes ruisseaux, j'ai pêché des Épinoches et des Vairons contaminés, vivant côte à côte avec des *Cobitis* et des Anguilles indemnes.

Le régime alimentaire semble également sans influence ; la Carpe en présente tout aussi bien que la Perche et le Brochet ; les *Mugil* donnent asile à deux espèces, tandis que certains Squales n'en présentent jamais, etc.

S'il est des Poissons chez lesquels on n'observe jamais de Myxosporidies, il en est d'autres qui peuvent servir d'hôtes à deux, trois et même quatre espèces différentes, que l'on trouve souvent en même temps chez le même individu, siégeant dans le même organe ou dans des organes différents.

Dans la vésicule biliaire du *Trygon vulgaris*, on peut observer ensemble *Chloromyxum Leydigi* et *Ceratomyxa agilis*; dans celle de la *Motella tricirrata* : *Sphæromyxa Balbianii*, *Myxidium incurvatum*, *Ceratomyxa arcuata*.

Dans le rein de l'Épinoche et de l'Épinochette : *Sphærospora elegans* et *Henneguya media*.

Chez la Tanche on trouve, et souvent côte à côte, dans le rein, la rate, le mésentère et sur les branchies : *Myxobolus ellipsoïdes* et *M. piriformis*.

D'autres espèces peuvent habiter le même hôte, mais toujours dans des organes différents : la *Glugea microspora* se trouve dans le tissu conjonctif sous-cutané des *Gasterosteus* dont le rein et l'ovaire renferment *Sphærospora elegans*, *Henneguya media* et *H. brevis*.

Chez l'*Entelurus æquoreus* et le *Syngnathus acus*, la vésicule biliaire est habitée par le *Myxidium incurvatum* et les muscles sont envahis par le *Chloromyxum quadratum* et la *Glugea acuta*.

Le *Blennius pholis* peut renfermer à la fois :

Sphæromyxa divergens dans le rein ;

Pleistophora typicalis dans les muscles ;

Myxidium incurvatum dans la vésicule biliaire.

Le Brochet présente le *Myxidium Lieberkuhni* dans la vessie urinaire et l'*Henneguya psorospermica* sur les branchies.

Certaines Myxosporidies semblent spéciales à un hôte déterminé et même à un organe particulier de cet hôte en dehors duquel on ne les rencontre jamais : tel est le *Myxidium Lieberkuhni* de la vessie du Brochet.

D'autres peuvent envahir divers organes, mais toujours chez la même espèce de Poisson : j'ai déjà cité les *Myxobolus ellipsoïdes* et *piriformis* de la Tanche, on peut y ajouter le *Myxobolus* du Barbeau.

A côté de ces parasites à espèce hospitalière unique, on en trouve qui sont communes à plusieurs Poissons d'espèce différente.

Ceux-ci peuvent appartenir au même genre ou à des genres peu éloignés : par exemple la *Glugea microspora*, l'*Henneguya brevis*, la *Sphærospora elegans* sont communes aux *Gasterosteus aculeatus* et *pungitius*; le *Chloromyxum Leydigi* se trouve chez un grand nombre de Plagiostomes, etc.

Dans d'autres cas, les hôtes sont très éloignés les uns des autres : par exemple, j'ai observé le *Chloromyxum quadratum* à Roscoff et à Concarneau dans les muscles du *Syngnathus acus* et de l'*Entelurus aequoreus* et je l'ai retrouvé à Marseille dans ceux du *Julis vulgaris*.

Le *Myxidium incurvatum* habite la vésicule biliaire du Syngnathe, de l'Entelure, du *Blennius pholis* et de la *Motella tricirrata*.

Dans d'autres cas, outre la différence entre les hôtes au point de vue zoologique, on constate des circonstances particulières qui rendent ces faits encore plus caractéristiques.

La *Sphaeromyxa Balbianii* doit être cité à ce point de vue. Très commun à Roscoff dans la vésicule biliaire de la *Motella tricirrata*, je l'ai retrouvé dans la Méditerranée, à Marseille et à Banyuls, dans le même organe chez la *Cepola rubescens* (1). Ce fait me semble intéressant à noter, non seulement à cause du peu de rapports qui existent au point de vue zoologique entre la Motelle et la Cépole, mais surtout à cause de la différence profonde entre le genre de vie de ces deux animaux : la Motelle est en effet un Poisson côtier que l'on trouve en abondance à Roscoff en soulevant les pierres, au bas de l'eau, à toutes les marées un peu fortes, tandis que la *C. rubescens* vit à une profondeur relativement considérable et ne se rencontre guère avant 70 ou 80^m.

Enfin, la même Myxosporidie peut se montrer chez des Poissons, non seulement bien éloignés au point de vue de l'organisation, mais vivant dans des conditions toutes différentes, les uns habitant les eaux douces, les autres étant essentiellement marines.

Le *Myxobolus Mülleri* se trouve chez un certain nombre de Cyprinidés d'eau douce, *Phoxinus phoxinus*, *Squalius cephalus*, etc. : je l'ai retrouvé assez fréquemment à Roscoff dans l'œil du *Crenilabrus melops*.

J'ai observé le *Pleistophora* dans les muscles du *Cottus scorpius* (Concarneau), du *Blennius pholis* (Roscoff), et dans ceux du *Gasterosteus pungitius* (Rennes).

*
* *

(1) Le foie de ces deux Poissons est également envahi par une autre espèce, la *Glugea ovoides*.

BATRACIENS.

A. LUTZ est, je crois, le premier auteur qui ait signalé la présence des Myxosporidies chez les Batraciens. Il les avait observées dans la vésicule biliaire de différents Anoures du Brésil, en particulier du *Bufo aqua*.

En 1893, OHLMACHER de Chicago en a signalé dans le rein du *Bufo lentiginosus*. D'après la forme des spores et les dimensions que donne l'auteur, il semble qu'il s'agit d'une *Sphaerospora* ou d'une *Leptotheca*.

Cette espèce habite également le rein de la *Rana esculenta* et de la *R. fusca*. En France, du moins en Bretagne et aux environs de Paris, elle paraît assez rare et je n'ai pu l'observer qu'un très petit nombre de fois.

La présence de Myxosporidies chez les Urodèles n'avait pas encore été signalée. J'en ai observé dans la vésicule biliaire du *Triton cristatus* et du *Tr. marmoratus*. Mais ce parasite semble fort peu répandu et je ne l'ai rencontré chez le premier, que dans des individus provenant d'une mare des environs de Betton, près Rennes, et chez des Tritons marbrés pêchés à Redon (2 fois sur 20).

Dans les observations que je viens de rapporter, il s'agit bien nettement de Myxosporidies, comme le montre la présence dans les spores de capsules polaires très facilement visibles.

D'autres auteurs ont découvert chez les Anoures et en particulier chez la Grenouille, d'autres productions parasitaires moins nettement caractérisées au premier abord et sur la véritable existence desquelles il était permis de conserver quelque doute. Leur constitution semblait, en effet, les rapprocher surtout des organismes appartenant à l'ordre des Microsporidies et c'est à cette opinion que s'étaient en général rangés les naturalistes qui avaient découvert ces parasites.

Depuis que j'ai pu démontrer (11) que les Microsporidies sont de véritables Myxosporidies voisines des *Glugea*, il y a lieu, je crois, de modifier cette manière de voir et de considérer les parasites en question comme appartenant à ce dernier groupe.

DANILEWSKY est, je crois, le premier à les avoir observés ; il les a rencontrés dans les muscles de la Grenouille, sous forme de petits utricules, se montrant dans les muscles comme de fines raies blanches d'environ 1^{mm} à 1^{mm} 5 de long et renfermant de petites spores ovoïdes. L'auteur les regardait comme des Microsporidies.

La même année (1891), GARBINI trouve dans la Grenouille un parasite qui semble identique au précédent, mais il en fait une Sarcosporidie. Les spores sont semblables à celles décrites par DANILEWSKY, c'est-à-dire ovoïdes, avec une région claire au niveau de la grosse extrémité ; l'auteur les a trouvées tantôt libres, tantôt enfermées en assez grand nombre dans de petits kystes arrondis.

PFEIFFER parle également de cet organisme qu'il n'a pas retrouvé en Allemagne, mais qu'il a étudié à l'aide de pièces que lui a envoyées le professeur DANILEWSKY. A l'exemple de ce dernier, il le considère comme une Microsporidie.

Malgré de nombreuses recherches, je n'ai pu arriver à rencontrer ce parasite et je ne le connais que par les travaux des auteurs précédents : j'ai pu également l'étudier sur des préparations que M. le Dr PFEIFFER a eu l'amabilité de me faire parvenir.

Nous avons vu que DANILEWSKY et PFEIFFER en font une Microsporidie, tandis que, pour GARBINI, il s'agirait d'une Sarcosporidie.

Cette dernière opinion me semble tout à fait inacceptable, les caractères de cet organisme, en effet, s'éloignant absolument de ceux des véritables Sarcosporidies avec lesquelles il n'a de commun que son habitat intra-musculaire.

La manière de voir de DANILEWSKY et de PFEIFFER est évidemment la seule acceptable et ce parasite de la Grenouille doit être considéré maintenant comme une *Glugeïdée*.

Enfin, pour terminer ce qui a trait à la présence de Myxosporidies chez les Vertébrés, il faut citer certains organismes signalés chez des Reptiles et à peu près identiques au précédent.

DANILEWSKY, dans le travail cité plus haut, rapporte qu'il en a rencontré chez des Lézards et des Tortues. PFEIFFER confirme cette observation : il a étudié ces parasites et en donne des figures.

Pour ces auteurs, il s'agit d'une Microsporidie : nous devons donc compter les Reptiles au nombre des hôtes de nos parasites.

INVERTÉBRÉS

Jusqu'à ces dernières années, la présence de Myxosporidies chez les Invertébrés était considérée comme un fait exceptionnel et on n'en citait pas plus de deux ou trois exemples.

Nous allons voir, au contraire, qu'elles y sont très fréquentes : quelques-unes d'entre elles étaient connues depuis longtemps déjà, mais à cause de certaines particularités d'organisation et surtout à cause de la connaissance imparfaite que l'on avait de la structure de leurs spores, on les considérait comme formant un groupe à part.

M. BALBIANI, qui avait attiré l'attention sur les affinités que présentaient ces organismes avec les Myxosporidies, en avait fait, sous le nom de Microsporidies, un ordre de la classe des Sporozoaires.

Le type des Microsporidies était le parasite de la Pébrine qui a exercé tant de ravages dans la sériculture de la France et de différents pays d'Europe.

J'ai pu, comme on va le voir, démontrer que ce parasite doit être rangé parmi les véritables Myxosporidies, en constatant dans ses spores l'existence d'une capsule à filament, élément absolument caractéristique de ces Sporozoaires.

Ce point étant établi, je vais exposer dans leur ordre chronologique, les différentes observations relatives aux Myxosporidies des Invertébrés.

Si leur véritable nature est restée longtemps incertaine, la notion de leur existence est déjà assez ancienne.

Elle a été signalée pour la première fois par LEYDIG, en 1854, dans un travail sur l'anatomie du *Coccus hesperidum* (3). Dans une courte note additionnelle à son mémoire, cet auteur rapporte que dans la cavité du corps de presque tous les individus adultes de cet Insecte, il a trouvé en très grand nombre de petits corps particuliers rappelant l'aspect des pseudonavicilles. Ils ont la forme d'un fuseau, leur longueur est de 0,004^{mm}. Ils sont libres et ne sont jamais renfermés dans des cellules : ils ne sont altérés ni par l'acide acétique ni par une solution de soude.

En 1855, le même auteur (4) constate la présence de productions analogues chez d'autres Arthropodes, et, en particulier, chez l'*Epeira diadema* où elles siégeaient dans les muscles, principalement au niveau des parois du corps et dans le cœur. C'étaient de petits amas de corpuscules particuliers, ovalaires, longs de 0,002^{mm}, siégeant dans les fibres primitives où ils produisaient de petites stries blanches.

En 1888, M. HENNEGUY (1) signalait dans les *Palæmon rectirostris*, des marais salants du Croisic, et dans des *P. serratus*, provenant de Concarneau, l'existence assez fréquente d'un parasite qu'il considéra d'abord comme une Sarcosporidie, en raison de son siège intramusculaire, tout en reconnaissant que par certains caractères il se rapprochait des Microsporidies et des Myxosporidies.

Cet organisme se présentait sous forme de petits vésicules sphériques, entourées d'une enveloppe transparente et contenant chacune huit petites spores ovoïdes (3-4 μ), avec un espace clair au niveau de leur grosse extrémité.

En 1891, GARBINI, dans des *Palæmonetes varians* récoltés aux environs de Vérone, trouva un parasite très voisin, ne différant du précédent que par la forme en fuseau des vésicules à spores ; il le considéra comme une Sarcosporidie.

En 1892, dans un travail fait en collaboration avec M. HENNEGUY, nous avons repris l'étude du parasite des Palémons et, grâce à l'amabilité de M. le professeur GIARD, nous avons pu étudier également un *Crangon vulgaris* provenant de Boulogne et dont les muscles étaient envahis par un organisme très voisin.

En outre d'un certain nombre de faits intéressants relatifs au développement et sur lesquels j'aurai à revenir plus tard, ces recherches nous ont fait connaître la véritable nature de ces parasites, qui ne sont autre chose que les Myxosporidies voisines des *Glugea*, mais présentant un certain nombre de caractères particuliers, justifiant la création d'un genre nouveau, que M. HENNEGUY a bien voulu me dédier sous le nom de *Thelohania*. Ce genre comprend, outre les parasites du *Crangon* (*Th. Giardi*) et du *Palæmon* (*Th. octospora*) une troisième espèce, que nous avons rencontrée dans des fragments d'Écrevisse provenant du département du Doubs et que nous devons à l'obligeance de M. le Docteur CONTEJEAN.

Enfin, il devient extrêmement probable que l'organisme trouvé par GARBINI chez le *Palæmonetes varians* et qui présente des rapports si étroits avec les précédents, doit être regardé comme appartenant au même genre.

En dehors des Arthropodes, on n'a jusqu'ici trouvé de Myxosporidies chez les Invertébrés que d'une façon exceptionnelle.

LIEBERKÜHN (1) en a observé dans un Ver, la *Naïs proboscidea*.

Récemment, KOROTNEFF a décrit sous le nom de *Myxosporidium bryozoides*, une espèce qu'il a rencontrée dans un Bryozoaire, l'*Alcyonella fungosa*.

Tels sont les faits actuellement connus relativement à la présence de Myxosporidies chez les Invertébrés ; mais il est fort à supposer que des recherches entreprises de ce côté, amèneraient la découverte d'un bon nombre de formes nouvelles dans des animaux où l'on n'en a pas encore signalé.

D'après l'étude que nous venons de faire de l'habitat de nos parasites, on voit qu'il est bien difficile de tirer des faits actuellement connus, quelque notion un peu générale.

Nous avons vu que les Myxosporidies peuvent vivre aux dépens des Invertébrés comme des Vertébrés, mais il semble impossible, au moins quant à présent, de remonter à la loi qui préside à leur distribution.

Dans un même groupe, par exemple chez les Poissons, on voit que certaines familles sont à l'abri de leurs atteintes alors que chez d'autres, très voisines, la plupart des espèces peuvent servir d'hôtes à des parasites de cet ordre, sans que nous puissions saisir le motif de ces différences.

Un fait cependant paraît bien établi, c'est que les Myxosporidies ne se trouvent jamais chez les Vertébrés à sang chaud.

Enfin, d'après ce qu'on sait actuellement, bien que certaines Myxosporidies puissent se rencontrer chez des hôtes assez différents, comme nous venons de le voir, il n'y a pas d'espèce commune à des hôtes appartenant à des groupes différents : on n'a jamais trouvé par exemple, le même parasite chez un Poisson et un Crustacé.

(1) Observation inédite, citée par BÜTSCHLI (*Bronn's Thier-Reich*, Bd I. *Protozoa*, page 590).

En dehors des Poissons, on ne connaît que des Glugéidées et des Myxidiées : on n'a jamais rencontré ni Myxobolidées ni Chloromyxidées chez d'autres animaux.

En Résumé :

Les Myxosporidies sont des parasites vivant aux dépens des Vertébrés et des Invertébrés.

Parmi les Vertébrés, elles sont surtout fréquentes chez les Poissons ; on en trouve aussi chez les Amphibiens et les Reptiles.

Il ne semble pas y en avoir chez les Vertébrés à sang chaud.

Chez les Invertébrés, elles sont surtout répandues chez les Arthropodes : Insectes, Arachnides et Crustacés.

On en a aussi observé chez un Ver (*Nais proboscidea*) et chez un Bryozoaire (*Alcyonella fungosa*).

Certaines familles ne se rencontrent jamais en dehors des Vertébrés : Myxobolidées et Chloromyxidées.

*
* *

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Ce que nous savons à ce sujet se réduit malheureusement à bien peu de choses. On a vu que MÜLLER avait observé, chez un grand nombre de Poissons exotiques, la présence de Psorospermies à peu près identiques à celles qu'il avait découvertes chez les Poissons des eaux douces de l'Allemagne : elles s'y présentent, dit-il, sous leurs deux formes principales, l'une pourvue, l'autre dépourvue de queue, tout à fait semblables dans les régions les plus différentes du globe (p. 490).

Pourtant MÜLLER n'en avait observé que chez les Poissons d'eau douce. LEYDIG, le premier, en découvrit chez des Plagiostomes de la Méditerranée ; j'en ai observé un très grand nombre de formes nouvelles chez de nombreux Poissons de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée : d'après ce que j'ai observé, il semble que les espèces de Poissons communes à ces trois mers peuvent héberger les mêmes parasites.

Les quelques observations publiées depuis n'ont fait que confirmer la conclusion de MÜLLER ; peu nombreuses et portant sur des faits isolés, elles ne permettent guère de l'étendre, et ce chapitre de l'histoire de nos parasites reste encore complètement à faire.

Cependant MÜLLER n'avait rencontré de Psorospermies que chez des Poissons d'eau douce. LEYDIG le premier constata leur existence chez les Poissons marins en découvrant le *Chloromyxum Leydigi* MING. dans la vésicule biliaire des Plagiostomes de la Méditerranée.

On sait maintenant que les Myxosporidies sont au moins aussi fréquentes chez les animaux marins que chez ceux d'eau douce.

MINGAZZINI, PERUGIA, en ont observé chez plusieurs Poissons méditerranéens, HENNEGUY dans des Crustacés et des Poissons de l'Océan et de la Manche.

Relativement à la présence des Myxosporidies chez les Poissons exotiques, les observations de RYDER, LUTZ, LINTON et OHLMACHER, ont fait connaître l'existence de nouvelles formes chez plusieurs Batraciens et Poissons d'Amérique.

Mais ce sont là, je le répète, des faits isolés dont il est impossible de tirer une conclusion.

Il semble que les Myxosporidies soient répandues dans toutes les régions du globe.

Certaines espèces au moins semblent absolument cosmopolites : la même espèce se trouve dans les reins des *Rana viridis* et *fusca* d'Europe et dans le rein du *Bufo lentiginosus* des environs de Chicago (OHLMACHER).

Le *Chloromyxum quadratum*, découvert par PEKELHARING se retrouve, ainsi que j'ai pu le constater, dans la Méditerranée, l'Océan et la Manche.

A côté de ces faits, il convient de faire observer que certaines Myxosporidies, très fréquentes en un point, peuvent se rencontrer rares ou absentes dans une localité peu éloignée : par exemple, le *Chloromyxum Leydigi*, très commun à Roscoff dans la vésicule biliaire de divers Plagiostomes, est excessivement rare à Concarneau.

Toutefois, mes observations n'ont pas été prolongées pendant un temps suffisamment long pour que l'on puisse attacher à ces faits une importance bien considérable.

En résumé, on voit que les données que l'on possède relativement à la distribution géographique des Myxosporidies, permettent

seulement de présumer que ces organismes se rencontrent à peu près sur tous les points du globe. Mais des recherches nombreuses et méthodiquement conduites, seraient nécessaires pour arriver à la connaissance des particularités que peut présenter leur distribution.

Y a-t-il des espèces propres aux climats extrêmes et ces espèces présentent-elles des caractères spéciaux ? C'est ce que nous ignorons complètement.

Une autre question très intéressante reste sans réponse. Je veux parler de la distribution bathymétrique des espèces parasites des animaux marins. Le manque absolu de renseignements à ce sujet, est d'autant plus regrettable que la solution de ce problème procurerait peut-être d'importants résultats au point de vue de la connaissance des affinités encore si obscures de nos parasites, et il serait très désirable que des recherches à ce point de vue fussent entreprises par les naturalistes qui ont l'occasion d'examiner et d'étudier des animaux marins provenant des grands fonds.

II.

SIÈGE DES MYXOSPORIDIÉS

Après avoir fait connaître les animaux chez lesquels on observe les Myxosporidies, nous devons examiner dans quelles conditions elles s'y rencontrent. Nous avons donc à rechercher quels sont les organes et les tissus exposés à leurs atteintes, à déterminer leur siège exact dans ces différentes parties, et à signaler les lésions que peut y déterminer leur présence.

On sait depuis longtemps que les Myxosporidies peuvent revêtir deux aspects bien différents.

Quelques-unes, en effet, se présentent sous forme de petits corps protoplasmiques amiboïdes, vivant à l'état libre dans le liquide qui remplit certains organes, tels que la vessie ou la vésicule biliaire, tandis qu'il en est d'autres qui se montrent à l'état d'infiltration, dans des tissus compacts tels que les muscles, le tissu conjonctif, etc.

Dans ce dernier cas, l'infiltration peut être pour ainsi dire diffuse, c'est-à-dire que le parasite, durant sa croissance, envahit irrégulièrement une étendue plus ou moins considérable de l'organe dans l'épaisseur duquel il occupe de petites cavités, produites par destruction ou écartement des éléments avec lesquels il se trouve intimement en rapport. D'autres fois, la Myxosporidie, au lieu d'imprégner ainsi le tissu, forme, au sein de celui-ci, une masse plus régulière, bien limitée, offrant un aspect kystique plus ou moins accentué.

On constate, en outre, que suivant l'organe ou le tissu qu'elles envahissent, les Myxosporidies peuvent tantôt se montrer absolument inoffensives, tantôt, au contraire, donner lieu, par différents mécanismes, aux désordres les plus graves, et amener rapidement la mort de leur hôte.

Cette variété de siège et la diversité qu'elle entraîne dans les caractères du parasitisme comme dans la nature des rapports qui existent entre les parasites et leurs hôtes, constituent un des points les plus remarquables de l'histoire de ces organismes.

Après avoir passé en revue les faits les plus typiques à cet égard, nous verrons si cette étude nous permet de déterminer les conditions de ces différences et de découvrir quelques relations entre elles et certaines particularités du genre de vie ou de l'organisation soit des hôtes, soit des parasites eux-mêmes.

Entre les formes libres dont j'ai parlé d'abord et les parasites des tissus, la distinction n'est pas aussi absolue qu'elle pourrait le paraître au premier abord, et il est facile, comme nous allons le voir, de trouver des faits qui établissent la transition entre ces deux modes de parasitisme.

En général, on peut dire qu'une espèce déterminée se présente toujours sous le même état, et que celles qui vivent à l'état libre, dans les cavités organiques, n'envahissent jamais les tissus.

Cependant, le *Sphaerospora elegans* et les *Henneguya brevis* et *media*, qui se trouvent dans la lumière des tubes du rein de l'Épinoche et de l'Épinochette, peuvent également envahir l'ovaire de ces Poissons, mais ce sont là les seules exceptions qu'il me soit possible de citer.

J'examinerai d'abord les faits relatifs aux Myxosporidies que l'on rencontre à l'état libre : dans la vessie ou la vésicule biliaire, elles se présentent toutes sous forme de corps protoplasmiques amiboïdes, tantôt flottant librement dans le liquide qui remplit ces organes, tantôt fixées par leurs pseudopodes aux parois de ceux-ci.

Comme on le verra plus loin, c'est parmi ces espèces que l'on observe les types les plus élevés en organisation ; et de plus, c'est chez elles que les rapports du parasite et de l'organe qu'il habite se montrent le plus simples.

Ces formes libres ne s'observent que chez les Poissons et quelques Batraciens ; peut-être, cependant, faut-il faire une exception pour l'espèce trouvée par KOROTNEFF chez l'*Alcyonella fungosa* et sur laquelle j'aurai occasion de revenir.

LEYDIG est, comme on l'a vu, le premier auteur qui ait signalé les Myxosporidies dans ces conditions.

C'est chez les Plagiostomes qu'il fit cette observation, en découvrant, dans la vésicule biliaire d'un assez grand nombre d'entre eux, l'organisme désigné depuis par MINGAZZINI sous le nom de *Chloromyxum Leydigi*.

Chez d'autres Poissons du même groupe, j'ai rencontré deux autres espèces vivant également dans la vésicule biliaire : cet organe est, d'ailleurs, chez les Plagiostomes, le seul où l'on ait jusqu'ici observé des Myxosporidies.

Dans les Téléostéens, la vésicule biliaire est également un lieu d'élection pour ces parasites.

Chez les Poissons de mer surtout, c'est certainement l'organe qui abrite la plus grande quantité d'espèces.

PERUGIA (1890), en a signalé dans la vésicule biliaire du *Conger vulgaris* et du *Merlucius esculentus* ; je n'ai pu retrouver la première ; la seconde est très fréquente à Banyuls et à Marseille. Mes recherches m'ont permis d'observer chez beaucoup d'autres Téléostéens un grand nombre d'espèces nouvelles : j'en ai décrit quelques-unes dans des notes préliminaires : les autres figurent pour la première fois dans le présent travail.

Je ne crois pas utile de les énumérer ici : on en trouvera la liste avec l'indication de leurs hôtes dans un tableau spécial.

Parmi les Poissons d'eau douce, je n'ai observé de Myxosporidies dans la vésicule biliaire que chez le *Squalius cephalus* (*Chloromyxum fluviatile*.)

La vessie urinaire peut également renfermer de ces parasites. LIEBERKÜHN, en 1854, en a signalé deux espèces ; l'une désignée depuis par BÜTSCHLI sous le nom de *Myxidium Lieberkühni*, dans la vessie du Brochet ; l'autre dans celle de la Lotte (*Lota vulgaris*).

J'en ai moi-même observé une autre espèce, dans le même organe, chez le *Lophius piscatorius*.

Chez les Batraciens, LUTZ en a rencontré dans la vésicule biliaire de quelques Batraciens du Brésil, en particulier du *Bufo aqua*. J'en ai moi-même observé une autre espèce dans le même organe, chez le *Triton cristatus*.

La manière la plus simple de constater leur présence dans ces organes, consiste à examiner au microscope, une goutte du liquide qu'ils contiennent. Ce moyen, suffisant pour les espèces les plus agiles qui nagent souvent dans le liquide (*Ceratomyxa*, *Myxidium Lieberkühni*), peut ne pas l'être pour d'autres plus sédentaires et qui restent presque toujours accolées à la paroi interne ; il faut alors râcler celle-ci avec un scalpel et examiner les débris d'épithélium

auxquels se trouvent attachés les parasites que le simple examen du liquide aurait pu laisser passer inaperçus (*Myxidium incrustatum*).

Dans certains cas, d'ailleurs, le seul examen à l'œil nu permet de découvrir leur présence. Si, par exemple, on examine par transparence la vésicule biliaire des *Motella tricirrata*, *Motella maculata* ou de la *Cepola rubescens*, on aperçoit souvent dans la bile un petit corps opaque de forme plus ou moins régulière, le plus souvent à peu près sphérique, occupant une partie variable de la cavité de la vésicule, qu'il remplit parfois presque complètement (Pl. VIII, fig. 56).

Si, au moyen d'une aiguille ou d'un scalpel, on provoque une déchirure de la paroi, la bile s'écoule et l'on met en liberté le corpuscule opaque (Pl. VIII, fig. 57) qui n'est autre qu'une Myxosporidie, la *Sphaeromyxa Balbianii*.

D'autres fois, c'est à la coloration du parasite que l'on peut, à l'œil nu, en reconnaître sa présence. Tel est le cas pour le *Myxidium Lieberkühni* : pour peu qu'il soit abondant, il revêt la muqueuse de la vessie du Brochet d'une sorte d'enduit d'un jaune orangé, tout à fait caractéristique, et depuis longtemps signalé par divers auteurs.

C'est parmi les Myxosporidies vivant dans ces conditions, que l'on observe les types les plus élevés en organisation (*Leptotheca agilis*, *Ceratomyxa arcuata*, etc.) et elles appartiennent à peu toutes aux familles des Myxidées et des Chloromyxées ; au contraire, toutes les Glugéidées, sauf une exception, sont des parasites des tissus de même que les Myxobolées.

Je m'occuperai plus loin des caractères que présentent ces formes libres. Pour le moment, voyons quels sont exactement leurs rapports avec l'organe qui les abrite.

LEYDIG, LIEBERKÜHN, se sont contentés de signaler l'existence de ces parasites dans la bile ou dans l'urine.

BÜTSCHLI a observé de jeunes individus de *Myxidium Lieberkühni* fixés à des cellules détachées de l'épithélium.

Plus récemment, PFEIFFER a admis que ce parasite, non-seulement se fixe aux éléments épithéliaux, mais se montre dans leur intérieur et commence par être intra-cellulaire.

J'ai repris très soigneusement l'étude de cette espèce et il m'a été impossible d'observer rien de semblable, quelle que fût la méthode

employée. Je n'ai, d'ailleurs, trouvé d'infection des cellules épithéliales à propos d'aucune des Myxosporidies que j'ai rencontrées soit dans la vessie urinaire, soit dans la vésicule biliaire.

LÜTZ, à propos de l'espèce qu'il a découverte dans la vésicule biliaire du *Bufo aqua*, avait déjà signalé cette intégrité des parois de l'organe.

L'examen de coupes de la vessie ou de la vésicule biliaire, m'a donné les mêmes résultats. Il est très important, ici, d'avoir des coupes pratiquées suivant un plan bien perpendiculaire à la paroi et de la plus grande minceur possible : une trop grande épaisseur ou une obliquité, même légère, peuvent, en effet, produire dans la préparation, des aspects de nature à donner à l'observateur une idée absolument fausse des rapports et de la situation réciproque des cellules et des parasites.

Pour obtenir des préparations convenables et démonstratives, il est extrêmement important de recueillir les matériaux d'étude sur des Poissons absolument frais, encore vivants, si cela est possible. Très peu de temps après la mort, en effet, les épithéliums s'altèrent et se desquament, surtout dans la vésicule biliaire, où l'action de la bile rend ces altérations plus précoces et plus profondes. Celles-ci ne tardent pas à retentir sur les parasites : ils meurent, leur protoplasma se désagrège et se dissout rapidement : les spores seules conservent leur intégrité et peuvent être encore étudiées.

Les organes dont on veut pratiquer des coupes doivent donc être enlevés le plus vite possible et plongés immédiatement dans le liquide fixateur. Les meilleurs résultats m'ont été donnés par le liquide de Flemming, après lequel la coloration, sur le porte-objet, à la safranine d'Henneguy ou au violet de gentiane, m'a donné, comme dans la plupart des cas, de très bonnes préparations.

Il y a avantage à pratiquer des coupes comprenant les deux parois et la cavité de l'organe ; elles peuvent être parallèles ou perpendiculaires au grand axe : en général, cependant, il vaut mieux éviter cette dernière orientation, avec laquelle il est beaucoup plus difficile d'obtenir l'adhérence des coupes au porte-objet au moyen de l'albumine de Mayer.

Sur des coupes réalisant les conditions que je viens d'indiquer, j'ai toujours observé les faits suivants.

Dans la partie centrale répondant à la cavité de la vessie ou de la

vésicule, on remarque un coagulum plus ou moins abondant, résultant de l'action du liquide fixateur sur la bile ou l'urine.

Dans ce coagulum, en général trop peu abondant pour gêner l'observation, on voit çà et là, des Myxosporidies contenant ou non des spores et qui ont été saisies par la fixation au moment où elles flottaient dans le liquide : elles sont très nombreuses quand il s'agit d'espèces agiles comme la plupart des *Ceratomyxa*, le *Chloromyxum Leydigi*, moins nombreuses dans le cas des *Myxidium Lieberkühni*, et elles peuvent manquer complètement quand on a affaire au *Myxidium incurvatum*.

Au voisinage de la muqueuse, le nombre des parasites augmente et, dans les cas d'infection intense, on les voit former une couche relativement épaisse accolée à l'épithélium.

Il est très facile de voir que les Myxosporidies sont fixées par leurs pseudopodes à la surface interne des cellules épithéliales : mais il s'agit d'une simple fixation et l'on constate toujours, avec une extrême netteté, la limite de la cellule ainsi que l'intégrité absolue de son protoplasma et de son noyau (Pl. VIII, fig. 45).

Si les parasites sont nombreux, les individus ainsi fixés à l'épithélium, servent à leur tour de point d'attache à d'autres individus, et ainsi se constitue la couche parasitaire plus ou moins considérable que l'on observe tapissant les parois de l'organe.

Certaines espèces, par exemple le *Myxidium incurvatum*, se montrent toujours dans ces conditions et leur présence dans la cavité est extrêmement rare.

Dans les espèces à pseudopodes localisés, la fixation a toujours lieu pour la région antérieure où se trouvent ces organes.

Enfin, la *Sphaeromyxa Balbianii*, en raison de sa constitution exceptionnelle, se montre dans des conditions particulières, sur lesquelles nous aurons à revenir ; mais dans ce cas, comme dans tous les autres, l'épithélium est absolument intact.

J'ai dit, à propos de l'habitat de nos organismes, que plusieurs espèces peuvent coexister dans la même vésicule biliaire ; sur les coupes, on retrouve ces différents parasites avec leur aspect ordinaire : par exemple, chez la *Motella tricirrata*, il n'est pas rare de trouver à la fois la *Sphaeromyxa Balbianii* accompagnée de la *Ceratomyxa arcuata* ou du *Myxidium incurvatum*, et parfois, ces trois espèces simultanément.

Dans bien des cas, cette coexistence de plusieurs parasites constitue un obstacle sérieux à leur étude : par exemple, chez les *Merlucius vulgaris*, de Banyuls, j'ai observé en même temps deux espèces bien distinctes par la forme de leurs spores, mais les caractères des masses plasmiques, surtout à l'état jeune, sont très peu différents et l'on ne sait très souvent, au premier abord, à laquelle des deux espèces elles doivent être attribuées.

De mes observations, je crois pouvoir conclure que les Myxosporidies qui vivent dans la vésicule biliaire ou la vessie urinaire des Poissons et des Batraciens, ne sont nullement des parasites de l'épithélium de ces organes.

Elles ne font que s'y fixer comme elles se fixent sur d'autres corps solides, par exemple sur d'autres Myxosporidies, sur les petits cristaux que l'on trouve parfois dans la bile, etc.

Elles adhèrent simplement par leurs pseudopodes à la surface libre des cellules, à l'intérieur desquelles elles ne pénètrent jamais et auxquelles elles ne semblent nuire en aucune façon (Pl. VIII, fig. 45, 53).

Certaines espèces sont presque constamment fixées ; d'autres, surtout celles qui présentent les mouvements les plus agiles, sont tantôt fixées, tantôt flottent librement dans la bile ou l'urine.

Ces organismes vivent dans ces liquides, y puisent les éléments nutritifs qui leur sont nécessaires et ne causent à leurs hôtes aucun préjudice sensible. Je ne saurais mieux les comparer, sous ce rapport, qu'à certains Infusoires parasites, tels que l'*Opalina ranarum* du rectum de la Grenouille, les *Trichodina pediculus* de la vessie urinaire des Tritons, etc.

*
* *

TUBES DU REIN.

Les Myxosporidies, dont je vais maintenant m'occuper, sont dans le même cas.

Elles habitent les tubes du rein d'un assez grand nombre de Téléostéens et de quelques Batraciens.

LIEBERKÜHN les a observées le premier et il a signalé dans le rein de l'Épinoche des *Psorospermies à queue* qu'il faut, je crois, rapporter à l'*Henneguya media*.

M. BALBIANI a rencontré dans le rein de la Lote une Myxosporidie très voisine de la *Sphærospora elegans*.

Enfin OHLMACHER, en 1893, en a trouvé dans le rein du *Bufo lentiginosus*.

Les espèces qui vivent dans ces conditions sont peu nombreuses ; je n'ai pu en observer que six :

1° *Henneguya media* : rein des *Gasterosteus aculeatus* et *G. pungitius*.

2° *H. brevis* : même habitat, mais beaucoup moins fréquent.

3° *Sphærospora elegans* : même habitat.

4° *Sph. divergens* : rein du *Blennius pholis* et du *Crenilabrus melops*.

5° *Leptotheca renicola* : rein du *Scomber scomber*.

6° *Lept. ranæ* : rein de *Rana esculenta* et de *R. fusca* ; semble identique au parasite signalé par OHLMACHER.

Enfin, on doit rapprocher de ces parasites des tubes du rein, la *Sphærospora rostrata*, qui est strictement localisée dans les glomérules de Malpighi (chez les *Mugil*) et qui, contrairement aux espèces précédentes, n'envahit jamais la lumière des tubes urinifères.

La *Sph. divergens* ne se trouve pas dans tous les tubes du rein, mais seulement dans les gros canaux qui aboutissent à l'uretère. En dilacérant l'organe avec des aiguilles, on la met facilement en liberté et on peut l'étudier à l'état vivant (Pl. VII. fig. 12). Sur des coupes on la retrouve avec son aspect et ses propriétés caractéristiques.

Les cinq autres espèces sont, au contraire, répandues dans tous les tubes où elles se montrent sous forme de petits corps amiboïdes (Pl. VII, fig. 20).

Comme celles de la vessie et de la vésicule biliaire, elles semblent à peu près inoffensives. La seule modification, qu'il m'ait été possible de découvrir dans les canaux envahis, consistait en une dilatation quelquefois assez accentuée, surtout quand il s'agissait d'*H. media* ou d'*H. brevis*.

Mais, dans tous les cas, l'épithélium rénal m'est apparu indemne et je n'est jamais vu le protoplasma des Myxosporidies pénétrer dans les cellules ou s'insinuer entre elles.

Cependant, chez les *Gasterosteus*, en particulier, ces organismes se montrent souvent en telle abondance, que sur des coupes du rein, on constate l'envahissement et l'obturation plus ou moins complète de presque tous les tubes. Dans ces conditions, les fonctions de cet organe doivent être sensiblement gênées. S'il en est ainsi, et le fait me semble indubitable, l'action nocive du parasite est en tout cas purement mécanique, puisque, comme je l'ai dit, sa présence ne donne lieu à aucune altération appréciable des éléments histologiques. L'intégrité de ces derniers est facile à constater sur des coupes ; les caractères des parasites sont, au contraire, mal conservés dans des préparations de ce genre, et leur fixation laisse presque toujours beaucoup à désirer quel que soit le réactif employé, sauf cependant pour *Sph. divergens*, dont j'ai obtenu d'excellentes préparations sur des coupes de reins fixés par le liquide de Flemming.

Quelques espèces, hôtes ordinaires des canaux urinifères, peuvent envahir également les glomérules. J'ai observé ce fait assez fréquemment à propos de la *Sphaerospora elegans*.

On voit alors la capsule de BOWMAN, considérablement dilatée par des spores libres et des individus à différents degrés de développement. Le peloton vasculaire, repoussé contre la capsule en un point variable, n'occupe plus qu'une très faible partie de la cavité. Dans certains cas, il m'a paru le siège d'une véritable atrophie résultant de la compression à laquelle il était soumis. Je n'ai pas constaté de lésions plus accentuées, mais je ne saurais affirmer que la présence de cette *Sphaerospora* dans le glomérule n'occasionne jamais de désordres plus graves : il est fort possible qu'elle puisse amener finalement une véritable dégénérescence de l'organe comparable à celle que produit une espèce voisine de la *Sphaerospora rostrata*.

Celle-ci, contrairement aux précédentes, est strictement localisée dans les glomérules ; malheureusement, je ne suis pas parvenu à déterminer quel est son siège primitif : se développe-t-elle d'abord dans la cavité de la capsule ou dans les interstices des vaisseaux du peloton glomérulaire, c'est ce que je n'ai pu reconnaître. Quoi qu'il en soit, le glomérule finit par être complètement frappé de dégéné-

rescence. Dans des préparations obtenues par dilacération du rein, on le trouve sous forme de petits corps plus ou moins régulièrement sphériques dans lesquels on ne voit plus trace de la structure normale du glomérule (Pl. ix, fig. 92). Il existe à la périphérie une sorte de capsule fibreuse de nouvelle formation (*c*) ; elle contient une masse granuleuse dans laquelle sont désseminés, en nombre variable, des globules réfringents plus ou moins volumineux, présentant tous les caractères de gouttelettes graisseuses (*g*). On y rencontre également des spores, d'ordinaire peu nombreuses (*sp*). Dans un certain nombre de cas que j'ai observés, elles avaient perdu leur réfringence normale, elles étaient pâles, ratatinées, et semblaient elles-mêmes des éléments morts et dégénérés.

Sur des coupes des reins envahis, j'ai retrouvé ces glomérules dégénérés : la coque fibreuse ne contient plus qu'une substance amorphe, finement granuleuse, sans trace d'organisation ; dans les préparations qui ont subi l'action de l'acide osmique, on constate que les globules réfringents de l'état frais sont bien de nature graisseuse et ont pris une coloration d'un noir intense.

Les spores se montrent tantôt normales, tantôt nettement dégénérées.

Ces faits me semblent devoir être compris de la façon suivante. La présence, dans les glomérules, de la *Sphaerospora rostrata* est susceptible d'amener dans la nutrition de ces organes des troubles qui aboutissent à la mortification et à la dégénérescence des éléments anatomiques, qui rentrent dans leur constitution. Ces petits foyers de nécrose agissant comme corps étrangers, déterminent du côté du tissu conjonctif voisin une prolifération irritative, qui se traduit par le développement d'une zone fibreuse autour du glomérule dégénéré dans lequel les spores restent comprises. Leur vitalité persiste un certain temps dans cette sorte de kyste ; mais, si leur séjour s'y prolonge au delà de certaines limites, elles sont elles-mêmes frappées de mort. Ce processus constitue en somme un mode de guérison de l'affection parasitaire. Nous la retrouverons à propos d'un certain nombre d'autres Myxosporidies.

Cette altération des spores consécutive à un trop long séjour dans le tissu où s'est effectuée l'évolution de l'organisme, rappelle tout à fait les phénomènes du même genre que l'on observe dans les mêmes conditions, chez un grand nombre de Vers parasites qui, destinés à

achever leur évolution dans le tube digestif de leur hôte définitif, se trouvent à un moment donné à l'état d'enkystement dans les tissus d'un hôte intermédiaire. Ils ne peuvent supporter ce dernier habitat que pendant un certain temps, au delà duquel ils meurent et sont frappés de dégénérescence accompagnée souvent d'incrustations calcaires.

Parmi les espèces que j'ai citées plus haut, la *Sphaerospora rostrata* est la seule qui amène de semblables lésions.

Une particularité assez remarquable que présentent ces Myxosporidies des voies urinaires, consiste dans leur localisation à peu près absolue en un point déterminé. Ainsi la *Sph. rostrata* ne se trouve jamais ailleurs que dans les glomérules.

Les espèces qui habitent les tubes rénaux ne se trouvent jamais dans la vessie et réciproquement ; le *Myxidiium Lieberkuhni*, par exemple, hôte de la vessie urinaire du Brochet, ne remonte jamais dans les uretères ni dans le rein.

Enfin, les *Sphaerospora elegans*, *Henneguya media* et *H. brevis*, dont les tubes du rein des *Gasterosteus* constituent l'habitat le plus fréquent, peuvent aussi, chez les mêmes Poissons, envahir le tissu conjonctif de l'ovaire et même les jeunes ovules, comme on le verra plus loin. Par contre, je ne les ai jamais rencontrées dans le tissu conjonctif du rein.

Ce dernier constitue, au contraire, un habitat de prédilection pour certaines espèces dont j'aurai à m'occuper plus tard.

*
* *

MYXOSPORIDIES DES TISSUS

Les Myxosporidies ne se contentent pas toujours d'occuper les cavités normales de l'organisme de leurs hôtes. Un assez grand nombre d'entre elles envahissent les tissus eux-mêmes et pénètrent dans leur profondeur : on en a observé chez les Téléostéens, les Batraciens, les Reptiles et quelques Invertébrés.

Elles peuvent, comme je l'ai indiqué plus haut, se montrer soit sous forme d'une sorte d'infiltration diffuse, irrégulière, soit sous forme de masses parasitaires nettement limitées, offrant un aspect kystique plus ou moins accentué.

C'est, comme on l'a vu, sous ce dernier état qu'elles ont été tout d'abord rencontrées par GLUGE et MÜLLER, dont les observations à cet égard. ont été maintes fois confirmées par tous les auteurs qui se sont occupés de nos parasites : LEYDIG, LIEBERKÜHN, BALBIANI, BÜTSCHLI, etc.

J'ai été, je crois, le premier à attirer l'attention sur les cas d'infiltration diffuse et sur la nature des rapports et des différences que l'on constate entre les deux modes d'invasion des tissus.

Ceux-ci ne sont point l'apanage d'espèces particulières et certaines Myxosporidies peuvent, suivant l'organe où elles se développent, se montrer indifféremment à l'état de kyste ou d'infiltration. Par exemple, les *Myxobolus ellipsoides* et *piriformis* revêtent sur les branchies de la Tanche la forme kystique, tandis que dans les organes internes du même Poisson on les trouve infiltrés au sein des tissus ; il en est de même pour le *Myxobolus oviformis* suivant qu'on l'observe sur les nageoires ou dans le rein du Goujon, pour le *Myxobolus Mülleri* chez la Chevaine, etc.

Au contraire, certaines espèces se présentent toujours sous la même forme, soit kystique : *Glugea microspora*, *Myxosoma Dujardini*, etc., soit infiltrée : *Thelohanía*, *Glugea destruens*, *Chloromyxum quadratum*, etc.

En général, les Myxosporidies dont il est ici question, ne sont pas soumises dans le corps de leurs hôtes à une localisation aussi étroite que les formes libres. Les belles recherches de M. le professeur BALBIANI ont, depuis longtemps, montré que chez les Poissons, elles peuvent envahir à peu près tous les organes.

L'exemple le plus typique de cette diffusion du parasite dans les tissus les plus différents du même hôte, est certainement la *Glugea bombycis*, que l'on trouve dans toutes les parties du corps : parois de l'intestin, tissus conjonctif et musculaire, glandes séricigènes, tubes de Malpighi, etc.

Certains *Myxobolus* présentent le même caractère : il faut citer surtout à cet égard le *Myxobolus* du Barbeau qui est peut-être le plus remarquable : il envahit aussi bien les muscles que le tissu conjonctif, les follicules ovariens, etc.

Par contre, d'autres espèces ne se rencontrent jamais que dans un tissu déterminé : par exemple la *Glugea microspora*, dans le

tissus conjonctif ; le *Chloromyxum quadratum*, la *Glugea destruens*, les *Thelohania*, dans le tissu musculaire.

Certains tissus présentent une véritable immunité : tels sont les tissus cartilagineux et osseux, le tissu nerveux (1).

Le testicule doit être également cité à ce point de vue, je n'y ai jamais observé de Myxosporidies, tandis que l'ovaire est, par contre, l'un des organes les plus exposés à l'invasion de ces parasites.

De même que pour les Myxosporidies libres, certaines espèces vivant dans les tissus semblent spéciales à un hôte déterminé, par exemple les *Myxobolus ellipsoïdes et piriformis*, n'ont jamais été observés en dehors de la Tanche : d'autres se rencontrent chez plusieurs hôtes : je ne fais que rappeler ces faits que j'ai déjà eu l'occasion de signaler.

Quel que soit le tissu infesté, l'examen à l'œil nu suffit, dans la plupart des cas, pour reconnaître la présence des Myxosporidies. Elles donnent lieu, en effet, suivant l'état dans lequel on les trouve, soit à des sortes de petites pustules qui, par leur opacité et leur couleur d'un blanc de lait, tranchent en général d'une façon fort nette sur la teinte des tissus environnants, soit à de simples taches non saillantes, de coloration identique et le plus souvent faciles à apercevoir.

Cependant, dans certains cas d'infiltration diffuse, très discrète, comme on en observe fréquemment dans le rein par exemple, l'existence des parasites ne peut être constatée qu'à l'aide du microscope.

L'emploi de cet instrument est d'ailleurs souvent nécessaire pour s'assurer de la véritable nature des taches ou des vésicules blanches que l'on rencontre dans les tissus. On est en effet, exposé même avec une grande habitude de ce genre d'observations, de prendre pour des Myxosporidies des formations d'ordre tout différent, mais qui présentent à l'œil nu des caractères à peu près identiques de forme et de couleur ; par exemple certains kystes de Vers parasites logés dans l'épaisseur des organes, *Glochidium* accrochés aux filaments branchiaux, et surtout une altération spéciale de l'épithélium de ces derniers, qui est assez fréquente chez la Tanche, le Brochet, etc.

(1) J'ai trouvé souvent au Croisic, chez le *Lophius piscatorius*, les ganglions spinaux envahis par une espèce de *Glugea*. THÉLOHAN devait étudier le siège exact de cette Myxosporidie sur les pièces que je lui avais rapportées ; il n'a pu malheureusement le faire (H).

Je vais maintenant exposer mes observations relatives à la présence des Myxosporidies dans les différents tissus.

A propos de chacun de ces derniers, j'examinerai les faits relatifs à son envahissement dans les divers organes où il se montre, les caractères qu'y revêtent les parasites et les altérations histologiques qu'ils sont susceptibles d'y déterminer.

Je m'occuperai ensuite de certains organes, tels que les branchies, l'ovaire et le tube digestif, dans lesquels l'infection parasitaire offre certaines particularités dont il m'a paru intéressant de présenter un tableau d'ensemble.

1^o ÉPITHÉLIUM.

Nos parasites semblent n'envahir que rarement les épithéliums.

Chez les Poissons, je ne les ai trouvés qu'un assez petit nombre de fois dans ces conditions : dans l'épiderme et dans l'épithélium du tube digestif. Dans tous les cas, il s'agissait de *Myxobolus* que l'on rencontrait également dans le tissu conjonctif voisin.

C'est chez l'Ablette que j'ai eu l'occasion d'en observer dans la peau. Au mois de mars 1891, je remarquais à la région dorsale, sur quelques jeunes individus de cette espèce, de petites taches blanches, dont les unes étaient irrégulières, à bords déchiquetés, tandis que les autres, de forme arrondie, présentaient des limites bien nettes et semblaient situées plus profondément.

Par la dissection, il était facile de reconnaître que ces dernières répondaient à des kystes développés dans le tissu conjonctif inter-musculaire et dans les muscles eux-mêmes ; les premières étaient dues à une infiltration parasitaire de la peau et du tissu conjonctif sous-cutané.

Sur des coupes, on constatait à leur niveau un léger épaissement de l'épiderme, et dans des espaces irréguliers creusés entre les cellules, on apercevait de nombreuses spores (Pl. IX, fig. 85).

La présence du parasite n'avait déterminé aucune lésion appréciable : il n'y avait aucun signe d'irritation et toutes les cellules m'ont paru absolument normales : les cavités où étaient logées les spores semblaient d'ailleurs résulter d'un simple écartement de ces éléments et non de l'envahissement et de la destruction consécutive de certains d'entre eux.

J'admettrais, au contraire, assez volontiers, que c'est à ce dernier mécanisme qu'il faut attribuer la formation des sortes de loges dans lesquelles j'ai observé les Myxosporidies de l'épithélium intestinal.

Epithélium intestinal.

J'ai rencontré dans cet épithélium le *Myxobolus Mülleri* chez plusieurs Chevaines (*Squalius cephalus*) et le *M. inaequalis* chez une Carpe.

Dans tous ces cas, les parasites se présentaient dans des conditions identiques. Je décrirai seulement les faits observés dans l'intestin de la Carpe qui m'a fourni les préparations les plus démonstratives.

Cet organe était le siège d'une infection assez intense : les Myxosporidies n'étaient nulle part très abondantes, mais on en trouvait depuis quelques millimètres au-dessous du pylore jusqu'au voisinage de l'anus, sans qu'il y eût à ce point de vue de différence appréciable entre les diverses régions de l'intestin.

Des coupes transversales de ce dernier montrent les faits suivants. Ça et là, dans l'épithélium des villosités, on aperçoit des cavités plus ou moins régulièrement arrondies, contenant une petite masse formée d'une substance amorphe et réfringente, rappelant tout à fait l'aspect de la dégénérescence hyaline (fig. 87, *dg.*). Dans beaucoup de cas, ces sortes de loges renferment en même temps une ou deux spores du *Myxobolus*, quelquefois placées à côté de la masse hyaline, le plus souvent contenues et comme englobées dans cette masse.

Quelle est la nature de cette dernière ? On pourrait se demander tout d'abord si elle ne serait pas d'origine parasitaire, et constituée par une partie du protoplasma de la Myxosporidie qui, non employée pendant la sporulation, aurait été frappée de dégénérescence.

Mais cette opinion ne peut se soutenir : d'une part, en effet, la dégénérescence hyaline du protoplasma non utilisé dans la formation des spores n'a jamais été observée chez ces parasites, et d'un autre côté l'existence de productions tout à fait analogues à celles qui nous occupent est loin d'être rare dans l'épithélium intestinal des Poissons, alors même qu'ils sont tout à fait indemnes de Myxosporidies.

Dans ce dernier cas, il s'agit évidemment de la dégénérescence de certains éléments cellulaires de la couche épithéliale elle-même.

Celle-ci comprend, comme on le sait, des cellules migratrices et les cellules proprement dites de l'épithélium. Lesquelles sont frappées par le processus dégénératif? Il me semble fort douteux que ce soit les premières: les dimensions des blocs hyalins sont en effet beaucoup trop considérables pour qu'on puisse considérer ceux-ci comme dérivant de cellules migratrices. C'est donc l'altération des cellules épithéliales qu'il faut, je crois, considérer comme l'origine des productions que nous venons d'étudier. Quant à la cause de cette altération spéciale qui, comme je l'ai dit, est très fréquente dans l'épithélium intestinal des Poissons, elle est encore complètement inconnue.

Quelle est maintenant la nature des rapports qui existent entre les produits de la dégénérescence des cellules et les Myxosporidies? Ces parasites, dans les cas où l'on retrouve leurs spores au sein des masses hyalines ou accolées à leur surface, sont-ils simplement surajoutés à une lésion préexistante, ou bien doivent-ils être regardés comme la cause déterminante de celle-ci? Est-ce, en un mot, leur présence qui a provoqué la dégénérescence des cellules, en apportant dans la nutrition de ces éléments, une gêne assez considérable pour en compromettre la vitalité?

L'identité complète dans les caractères des masses hyalines que l'on trouve dans l'épithélium de l'intestin, qu'il soit envahi ou non par nos organismes, peut paraître un argument de valeur propre à nous faire refuser aux Myxosporidies un rôle actif dans la production de ces altérations. Pourtant, de ce que la dégénérescence hyaline peut atteindre les cellules intestinales sous l'influence d'une cause différente et inconnue, il ne s'ensuit nullement que la présence de ces parasites ne puisse également déterminer la production de lésions similaires. Nous aurons, par exemple, l'occasion d'observer la dégénérescence hyaline des muscles envahis par certaines espèces, entre autres par la *Glugea destruens*, et cette altération peut, comme on le sait, se produire sous l'influence d'un grand nombre de causes absolument différentes.

Il ne me semble donc pas impossible que dans les cas où j'ai observé des Myxosporidies dans l'épithélium intestinal, les lésions concomitantes des cellules aient été, au moins en partie, le résultat de la présence de ces parasites.

Quant au siège primitif de ces derniers, est-il intracellulaire ou intercellulaire, c'est ce qu'il m'a été impossible de vérifier dans ce cas.

2° TISSU CONJONCTIF.

Le tissu conjonctif, considéré dans son ensemble, est certainement celui où l'on observe le plus souvent des Myxosporidies. Entrant dans la composition de tous les organes, il représente encore la partie la plus sujette à l'invasion de ces parasites et si, parmi ces derniers, quelques espèces lui sont absolument spéciales (*Glugea microspora*, *Gl. acuta*, on y retrouve d'autre part presque toutes celles qui peuvent envahir les autres tissus. Tel est le cas pour les *Myxobolus*.

Il n'y a d'exception que pour certains parasites des muscles que l'on ne rencontre jamais ailleurs : *Chloromyxum quadratum*, *Pleistophora typicalis*, *Glugea destruens*, *Thelohania*, etc.

Les Myxosporidies du tissu conjonctif peuvent s'y montrer dans des conditions bien différentes et c'est chez elles que l'on observe les variations les plus marquées dans la manière dont se comportent ces organismes vis-à-vis du tissu.

Ces variations peuvent, comme je l'ai déjà dit, se ramener à deux formes distinctes, le kyste et l'infiltration parasitaire.

La distinction entre ces deux états n'est d'ailleurs point absolue et nous verrons qu'il existe une série de transitions entre les cas d'infiltration les mieux caractérisés et ceux où le parasite se présente sous l'aspect de masses régulières, bien limitées, ordinairement à peu près sphériques et qui, par tous leurs caractères et surtout par l'existence d'une différenciation membraniforme de l'ectoplasma, justifient la dénomination de kystes sous laquelle on désigne ordinairement ces productions.

D'autre part, nous avons vu que la même espèce est susceptible de revêtir l'une et l'autre forme suivant l'organe où elle s'est développée : ce n'est donc pas chez les parasites eux-mêmes qu'il y a lieu de rechercher les causes de ce polymorphisme, qui semble plutôt provenir d'une sorte d'adaptation et dont, en tout cas, les manifestations se montrent intimement liées à des conditions extrinsèques, parmi lesquelles le siège du parasite paraît jouer le rôle le plus important.

Je ne puis m'étendre davantage sur ce sujet : j'aurai l'occasion

d'y revenir avec détails et je dois me borner ici aux quelques indications précédentes qu'il m'a semblé utile de présenter avant d'exposer les résultats de mes observations.

Je considérerai d'abord les Myxosporidies du tissu conjonctif sous-cutané et sous-épithélial des branchies.

Tissu conjonctif sous-cutané et sous-épithélial des branchies.

Chez l'Ablette (*Alburnus lucidus*), j'ai observé le *Myxobolus* à l'état d'infiltration, non seulement dans l'épiderme, mais également dans le derme et le tissu conjonctif sous-cutané. Toutefois, c'est surtout à l'état de kystes que s'observent nos parasites dans ces régions.

J'étudierai d'abord ces formations dans le tissu conjonctif sous-cutané et ensuite dans celui des branchies. Les kystes sous-cutanés se montrent sous forme de petites pustules plus ou moins saillantes, tantôt à peine visibles à l'œil nu, tantôt atteignant le volume d'un grain de mil, d'un petit pois et même davantage. Ils présentent une coloration d'un blanc de lait qui les rend faciles à distinguer et qui est d'autant plus marquée qu'ils sont plus superficiels. Ordinairement à peu près sphériques et à surface unie, ils présentent parfois chez la *Glugea microspora* un aspect framboisé sur lequel j'aurai à revenir à propos de leur évolution.

Ces kystes, vus pour la première fois par GLUGE chez l'Épinoche, furent retrouvés par J. MÜLLER sur un grand nombre de Poissons tant allemands qu'exotiques : *Lucioperca sandra*, *Pimelodus Blochii*, *Labeo niloticus*, etc. Leur aspect pustuleux fut exprimé par cet auteur dans le mot Psorospermies.

Tous les observateurs qui se sont occupés des Myxosporidies ont eu l'occasion d'étudier ces kystes : LEYDIG, LIEBERKÜHN, BALBIANI, BÜTSCHLI, LINTON, etc.

Je les ai moi-même rencontrés chez un assez grand nombre de Poissons et je me suis attaché à bien établir leur siège exact et leurs rapports avec le tissu.

Les kystes de certaines espèces peuvent se montrer sur tous les points de la surface du corps : la tête, les opercules, le dos, les flancs, les nageoires, les yeux, etc. (*Glugea microspora*).

D'autres espèces sont plus localisées : ainsi il est extrêmement rare de trouver ailleurs que sur les nageoires des kystes sous-cutanés de *Myxobolus Mulleri* (Chevaine) ou de *M. oviformis* (*Gobio fluviatilis*).

Le nombre de ces kystes est également très variable : quelquefois on en compte jusqu'à 7, 8 et davantage.

J'ai déjà dit un mot de leurs dimensions : les plus gros que j'aie observés sont ceux de la *Glugea* découverte par HENNEGUY chez le *Gobius minutus* : leur volume atteint celui d'un gros pois et on en trouve souvent trois, quatre et plus sur le même individu, qui peut alors prendre un aspect véritablement monstrueux. Ils donnent lieu, en effet, à des saillies relativement énormes et provoquent des déformations considérables : les muscles peuvent être comprimés et atrophiés, les viscères eux-mêmes sont refoulés et ne présentent plus ni leur situation ni leurs rapports normaux.

Chez les *Gasterosteus aculeatus* et *pungitius*, la *Glugea microspora*, dont les kystes atteignent presque les dimensions des précé-

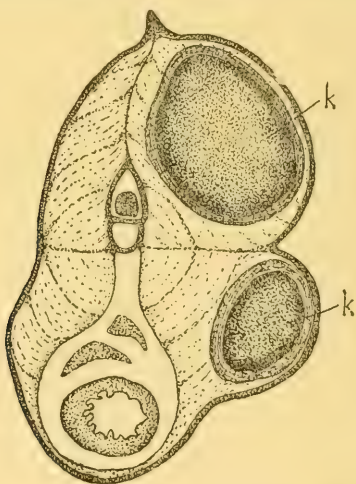


Fig. 1. — Coupe transversale de *Gasterosteus aculeatus*, montrant deux gros kystes (*k*) de *Glugea microspora* dans les masses musculaires, au milieu du tissu conjonctif.

dents et peuvent se montrer en grand nombre, il n'est pas rare d'observer des déformations analogues. (fig. 1) Dans ces cas, il est bien évident que les Myxosporidies constituent des parasites dangereux

pour la vie de leurs hôtes : elles n'agissent toutefois que d'une manière pour ainsi dire indirecte et purement mécanique. Le siège et les dimensions des kystes sont les principaux facteurs de leur action nocive et celle-ci résulte seulement de la compression qu'ils exercent sur les organes et non de propriétés spéciales du parasite.

Quelquefois, leur présence devient nuisible à l'hôte d'une façon plus indirecte encore, en le mettant seulement au point de vue de la lutte pour l'existence, dans un état d'infériorité plus ou moins marqué : par exemple, chez les Épinoches, de gros kystes de *Glugea* développés sur les nageoires, peuvent gêner considérablement la natation ; j'en ai observé un au niveau de l'extrémité de la mâchoire inférieure, qui, en s'accroissant, finit par rendre à peu près impossible la préhension des aliments.

Ces kystes n'amènent point de lésions très histologiques et beaucoup d'entre eux, en raison de leur petit volume ou de certaines particularités de siège, peuvent accomplir leur évolution sans que l'animal qui les porte en paraisse incommodé. Tel est le cas, par exemple, pour les kystes sous-cutanés des nageoires produits, chez le Goujon, par le *Myxobolus oriformis* ou, chez la Chevaine, par le *M. Mülleri*, et qui, n'atteignant jamais de grandes dimensions (2-3^{mm} au plus de diamètre), restent toujours parfaitement inoffensifs.

On peut, je crois, mentionner à propos des kystes sous-cutanés ceux qui siègent sur le globe oculaire.

MÜLLER en avait trouvé chez le Brochet, situés dans l'épaisseur de la sclérotique ou entre celle-ci et la choroïde.

LIEBERKÜHN en a signalé dans la cornée de la Tanche.

J'en ai observé dans la cornée de l'Épinoche, au voisinage de sa circonférence : ils étaient produits par la *Glugea microspora*.

Dans l'œil des *Crenilabrus melops* de Roscoff, j'ai assez souvent rencontré des kystes de *Myxobolus Mülleri* : comme dans l'observation de MÜLLER, ils siégeaient dans l'épaisseur de la sclérotique, mais toujours au voisinage de la cornée, de sorte qu'ils étaient assez faciles à apercevoir.

Les Myxosporidies qui se développent dans le tissu conjonctif sous-épithélial de la cavité branchiale doivent être rapprochées des parasites sous-cutanés, non seulement en raison de la similitude du siège, mais aussi à cause de leur aspect identique : ce sont d'ailleurs les mêmes espèces que l'on observe dans ces conditions.

La *Glugea microspora* doit être citée ici, car elle se montre assez souvent au niveau de la face interne des opercules ou de la paroi postérieure de la chambre branchiale, mais on ne la trouve jamais sur les filaments des branchies. Ceux-ci paraissent, au contraire, représenter l'habitat exclusif des autres espèces quand on les rencontre dans la cavité respiratoire.

Comme celles du tissu conjonctif sous-cutané, ces Myxosporidies des branchies revêtent l'aspect de petites tumeurs, dont la coloration d'un blanc de lait, tranche nettement sur la teinte d'un rouge vif que présente le tissu. Ces kystes sont de volume assez variable: les plus gros que j'ai observés ne dépassaient pas la grosseur d'un grain de chènevis (*Myxobolus*).

Leur forme est ordinairement à peu près sphérique ou plus ou moins ovalaire (*Myxobolus Mülleri*, *M. ellipsoïdes*, *Henneguya psorospermica*).

Ceux du *Myxobolus piriformis* se reconnaissent facilement avec un peu d'habitude à leur forme allongée et à leur minceur qui les fait apparaître comme d'étroites lignes blanches.

Le *Myxosoma Dujardini* forme également des tumeurs allongées mais elles sont très-peu saillantes, à contours irréguliers et paraissent souvent présenter des espèces de ramifications, aspect déjà vu et signalé par DUJARDIN. D'après ce que j'ai observé, ces productions ne sont point libres à la surface des branchies, comme l'a cru cet auteur, mais contenues dans le tissu; je reviendrai plus loin sur leurs particularités à ce point de vue.

Enfin, PERUGIA a signalé sous le nom de *Myxosporidium mugilis*, une espèce qu'il a trouvée sur les branchies du *Mugil auratus* et du *Mugil capito* dans des conditions qui semblent s'éloigner beaucoup des dispositions observées chez les autres Myxosporidies siégeant dans ces organes. D'après l'auteur, en effet, ce parasite se trouverait dans des kystes formés par la muqueuse du filament branchial et dont chacun pourrait contenir jusqu'à trois Myxosporidies. Malheureusement, la description très brève et incomplète qu'il en donne ne permet pas de se rendre suffisamment compte de la nature et du siège des kystes, ni des rapports exacts des parasites avec le tissu environnant.

Cette observation de PERUGIA est intéressante à un autre point de vue: c'est en effet, à ma connaissance, la première Myxosporidie

parasite des branchies qui ait été signalée chez un Poisson de mer, et encore faut-il ajouter, suivant la remarque de l'auteur lui-même, que les *Mugil* ne sont pas exclusivement marins et remontent volontiers les cours d'eau.

Chez les Poissons de mer, les Myxosporidies du tissu conjonctif sous-cutané comme celles des branchies sont excessivement rares et malgré des recherches ayant porté sur plusieurs centaines d'individus appartenant à la plupart des espèces de nos côtes, je n'ai jamais réussi à en rencontrer.

Le seul fait que je puisse citer à ce point de vue pour le tissu conjonctif sous-cutané, est celui de la *Glugea* découverte par M. HENNEGUY, chez le *Gobius minutus*.

Au contraire, la présence de nos parasites sur les branchies est fréquente chez un assez grand nombre d'espèces de Poissons d'eau douce. Signalée d'abord par MÜLLER, elle a été constatée depuis par tous les auteurs chez un assez grand nombre d'espèces. J'en ai pour ma part rencontré chez les suivants où je n'étais point d'ailleurs le premier à les observer :

POISSONS :

MYXOSPORIDIES :

<i>Esox lucius</i>	<i>Henneguya psorospermica</i> .
<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Henneguya psorospermica</i> .
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Myxobolus inaequalis</i> .
<i>Tinca vulgaris</i>	{ <i>Myxobolus ellipsoides</i> .
	{ <i>Myxobolus piriformis</i> .
<i>Abramis brama</i>	<i>Myxobolus exiguus</i> .
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> .	<i>Myxosoma Dujardini</i> .
<i>Leuciscus rutilus</i>	<i>Myxosoma inaequalis</i> .
<i>Squalius cephalus</i>	<i>Myxosoma Mülleri</i> .

Les kystes des branchies paraissent très bien supportés par les Poissons et je ne les ai jamais vu déterminer d'accidents de quelque gravité.

Nous devons maintenant déterminer le siège des productions parasitaires que nous venons d'étudier et dont les caractères extérieurs nous sont connus.

Je ne m'occuperai pas ici des cas où les Myxosporidies se montrent à l'état d'infiltration dans le tissu conjonctif sous-cutané : ces faits étant relativement rares et n'offrant par ailleurs aucune particularité saillante, je joindrai leur étude à celle des nombreux parasites que l'on rencontre sous cette forme dans d'autres régions.

Les kystes, au contraire, se montrent surtout sous la peau et sous l'épithélium des branchies : c'est là, du moins, que l'on rencontre les productions auxquelles cette dénomination s'applique le plus justement et qui, d'ailleurs, comme je l'ai dit, sont reliées par de nombreux intermédiaires aux cas d'infiltration les mieux caractérisés.

Pour étudier ces kystes au point de vue de leur siège et de leurs rapports avec les tissus, il est le plus souvent indispensable de recourir à la méthode des coupes. On peut quelquefois, il est vrai, obtenir autrement des préparations assez satisfaisantes : mais l'étude des coupes donnant toujours, même dans ces circonstances, des résultats infiniment plus démonstratifs, je crois inutile de m'occuper ici de ces procédés.

Quand l'animal infesté est de petite taille, on peut pratiquer des coupes totales qui ont l'avantage de faire connaître non seulement la situation exacte du parasite mais aussi ses rapports éloignés avec d'autres organes, les déformations qu'il occasionne, etc. Tel est le cas, par exemple, pour de jeunes *Gasterosteus* envahis par la *Glugea*.

Si l'hôte présente des dimensions plus considérables, ou si le siège des parasites rend inutile la présence des organes, on se borne à des coupes partielles : nageoires, filaments branchiaux, etc.

Je m'occuperai d'abord des kystes de la *Glugea microspora*. On peut les observer, comme je l'ai dit, à peu près sur tous les points de la surface du corps.

Si l'on examine une coupe passant par l'un de ces kystes, on observe en général la disposition suivante (Pl. IX, fig. 138) : à la partie externe on reconnaît l'épiderme (*a*), reposant sur un derme constitué comme chez beaucoup de Vertébrés inférieurs, par un tissu serré formé de lames parallèles (*d*) rappelant l'aspect de la cornée, d'où le nom de *couche cornéenne* donné à ce tissu par M. le professeur RANVIER. Ces deux couches, dont l'ensemble représente la peau, sont absolument normales, sauf l'inflexion plus ou moins accentuée qu'elles ont subie par suite de la saillie déterminée par la production parasitaire.

Au-dessous de la peau, se trouve une couche de tissu conjonctif lâche, dans lequel est logé le kyste. Ce tissu ne présente aucune trace d'irritation et semble avoir été simplement refoulé par le parasite : dans quelque cas, il m'a paru présenter au voisinage de ce dernier une densité un peu plus considérable, produite par le tassement des éléments.

Le kyste est limité par une sorte de membrane assez épaisse, très finement fibrillaire (e). Cette membrane appartient à la *Glugea* et nous l'étudierons plus tard. Sa surface externe est unie et immédiatement en contact avec le tissu conjonctif qui entoure le kyste de toutes parts.

Celui-ci, dans son développement peut, suivant les régions, occasionner une très forte saillie extérieure ou, au contraire, s'accroître plutôt vers la profondeur : mais je l'ai toujours vu complètement plongé dans le tissu conjonctif. Ce tissu peut, quelquefois, être réduit en certains points à une couche extrêmement mince, mais je n'ai jamais observé sa disparition complète mettant, par exemple, la surface du kyste en rapport immédiat avec le tissu musculaire.

Tels sont les faits que l'on observe le plus généralement. Dans certains cas cependant, la description doit être légèrement modifiée et le kyste se trouve situé moins profondément, sa surface externe pouvant venir en contact avec la face profonde de l'épiderme. Mais dans tous les cas que j'ai observés, le siège primitif de la *Glugea* m'a semblé être le tissu conjonctif sous-cutané, et les faits dont je viens de parler me semblent devoir être considérés comme une disposition secondaire résultant de l'atrophie et de la disparition du derme dues à la pression qu'occasionne le kyste.

Nous verrons d'ailleurs que cette disparition du derme et même de l'épiderme, au niveau des productions dont nous nous occupons, constitue un phénomène très fréquent sinon absolument constant de leur évolution.

Le derme peut-il être le siège primitif de la *Glugea*?

En raison de l'analogie de structure que l'on constate entre le derme et le tissu cornéen, la présence de kystes au sein de ce dernier, déjà signalée par LIEBERKÜHN chez la Tanche (1) et que j'ai pu constater moi-même sur l'Épinoche, m'empêche de nier absolument la possibilité de l'envahissement primitif du derme.

En tout cas, ce fait doit être bien rare, et pour ma part, je n'ai jamais rencontré de kyste uniquement en rapport avec les éléments du derme, et complètement logé dans son épaisseur, comme ceux que l'on trouve dans le tissu conjonctif sous-cutané.

Les nageoires du Goujon (*Gobio fluviatilis*), du moins à Paris, présentent fréquemment de petits kystes de *Myxobolus oviformis*. Ils sont ordinairement de petite taille et n'arrivent qu'exceptionnellement à deux millimètres de diamètre.

Toutes les nageoires peuvent en présenter et je n'ai pas observé entre elles de différence notable au point de vue de la fréquence de ces productions qui, comme je l'ai dit, ne semblent pas incommoder le Poisson.

On les reconnaît assez facilement à l'œil nu : elles forment de petites tâches de couleur blanche plus ou moins saillantes, placées tantôt sur les rayons, tantôt dans leurs intervalles ; dans ce cas leur opacité les fait aisément apercevoir quand on examine la nageoire par transparence.

En examinant des coupes de cet organe on se rend bien compte de la situation des kystes (fig. 79).

Ils sont d'ordinaire complètement plongés dans le tissu conjonctif qui constitue, avec les rayons, la charpente de la nageoire (fig. 138, *m*). Suivant leur siège, ils déterminent à la surface de celle-ci une saillie plus ou moins considérable : elle est peu marquée quand ils sont placés entre les rayons : elle l'est beaucoup plus quand, au contraire, ils se développent entre eux et le revêtement cutané, leur développement ne pouvant s'effectuer que du côté de la peau.

Comme pour la *Glugea*, j'ai vu quelquefois de ces kystes en rapport avec l'épiderme au niveau de leur région la plus superficielle : cette disposition est, je crois, le résultat d'un processus analogue à celui que j'ai décrit chez l'Épinoche et je n'ai observé aucun fait de nature à autoriser la supposition que le parasite avait pu se trouver primitivement ailleurs que dans le tissu conjonctif.

Ce dernier n'est le siège d'aucune lésion ni d'aucune modification, il entoure la masse parasitaire et est en rapport immédiat avec elle. Il n'y a pas ici de membrane fibrillaire analogue à celle que présente la *Glugea* : la différenciation de la couche externe du protoplasma est beaucoup moins marquée : cependant la ligne de démarcation est nettement accusée et facile à distinguer.

Le *Myxobolus Mülleri* se montre souvent dans des conditions identiques sur les nageoires de la Chevaine (*Squalius cephalus*). Les kystes atteignent des dimensions plus considérables que ceux du *M. oriformis*; mais ils sont ordinairement en plus petit nombre.

Leur aspect extérieur et leur siège sont par ailleurs identiques et je crois inutile de m'y arrêter plus longuement.

Au point de vue de leur siège, les kystes des branchies ont été surtout étudiés par BÜTSCHLI, qui a constaté qu'ils sont logés dans le tissu conjonctif des filaments, en dedans des vaisseaux capillaires qui les entourent et entre lesquels ils peuvent venir faire hernie quand, par suite de leur développement, ils se trouvent à l'étroit dans cette espèce de prison vasculaire.

C'est là la cause de la forme irrégulière qu'affectent certains kystes ordinairement volumineux, tandis que les plus petits sont d'ordinaire régulièrement sphériques ou ovoïdes.

Il peut même arriver que les capillaires et l'épiderme lui-même soient détruits, ce qui pourrait amener, à la suite d'une observation superficielle, à admettre l'existence libre des kystes à la surface des branchies.

Mes propres recherches ne font guère que confirmer les observations de BÜTSCHLI auxquelles, cependant, grâce à l'emploi de la méthode des coupes, je crois pouvoir ajouter quelques détails qui sont d'un certain intérêt.

Les coupes transversales des filaments branchiaux sont celles qui donnent les préparations les plus démonstratives. On constate d'abord que le parasite peut être situé dans des points différents de l'organe. Il est le plus souvent plongé dans le tissu conjonctif qui semble bien encore ici représenter son siège primitif.

Dans certains cas cependant, on trouve le kyste en rapport avec l'épithélium. Je crois que, là encore, il s'agit d'une disposition secondaire: nous verrons, d'ailleurs, que la mise en liberté du kyste à la suite de la disparition de l'épithélium, est un fait très fréquent et doit être considéré comme un phénomène normal.

Comme dans les kystes sous-cutanés, le tissu conjonctif est en rapport immédiat avec la masse parasitaire aux limites de laquelle il s'arrête brusquement et dont la présence ne détermine dans ses caractères aucune modification.

La couche périphérique du protoplasma de la Myxosporidie est ordinairement le siège d'une différenciation, qui rend absolument

nette la ligne de démarcation entre elle et le tissu qui l'entoure. Cette différenciation ne va jamais jusqu'à la formation d'une membrane, comme chez la *Glugea microspora*; elle est cependant facile à constater dans la plupart des kystes branchiaux du *Myxobolus ellipsoïdes* et du *M. piriformis*.

En étudiant la constitution des parasites eux-mêmes, nous aurons d'ailleurs à étudier avec détails les caractères que peut revêtir la couche externe de leur protoplasma.

Les productions que nous venons d'étudier, et pour lesquelles doit être réservée la dénomination de *kystes*, sont surtout caractérisées par ce fait que le parasite s'y rencontre, pour ainsi dire, condensé en une masse unique, de forme régulière, n'entrant en contact avec le tissu ambiant que par sa surface externe (fig. 85), laquelle peut être le siège d'une différenciation membraniforme plus ou moins accentuée.

Ces kystes sont surtout fréquents dans le tissu conjonctif sous-cutané et dans celui des filaments branchiaux. Toutefois, ils ne sont pas exclusivement propres à ces régions : on peut observer, dans des organes profonds, des Myxosporidies qui se montrent sous cette forme, comme nous aurons bientôt l'occasion de le constater.

On peut dire cependant que dans le tissu conjonctif de ces organes, elles se montrent le plus souvent à l'état d'infiltration, dont les principales particularités sont : l'irrégularité de forme du parasite, l'absence de différenciation de sa couche périphérique, et enfin, surtout l'étendue et l'intimité des rapports qui s'établissent entre lui et les éléments histologiques, au milieu desquels il s'insinue de telle sorte que les limites entre le tissu et l'organisme étranger sont le plus souvent impossibles à préciser.

La vessie natale de certains Téléostéens est, sans contredit, l'organe le plus favorable pour l'étude de ces faits.

La présence de Myxosporidies dans les parois de la vessie natale, a été constatée pour la première fois, en 1863, par M. le professeur BALBIANI. Il les avait observées chez la Tanche où on les rencontre, en effet, assez fréquemment. C'est également dans la vessie natale de ce Poisson que je les ai surtout étudiées, et j'ai pu suivre, d'une façon assez complète, le processus de l'envahissement parasitaire qui est toujours dû au *Myxobolus ellipsoïdes*.

Ce parasite, très répandu chez la Tanche sur les branchies, dans le foie, la rate, le rein, etc., se montrait dans la vessie natatoire chez $\frac{1}{10}$ environ des individus que j'ai examinés.

Cet organe se compose, comme on le sait, d'une portion antérieure plus courte et séparée par un étranglement d'une portion postérieure plus longue. C'est à peu près uniquement dans la première qu'on observe le *Myxobolus*. M. BALBIANI, qui a le premier signalé ce fait, ne l'a jamais rencontré dans la longue portion : on peut cependant l'y trouver, mais d'une façon tout exceptionnelle, et, pour ma part, je ne l'y ai vu qu'une seule fois. Il occupe toujours la partie inférieure de l'organe.

La présence du parasite se reconnaît en général au premier coup d'œil. Quand l'infection ne fait que commencer, il donne seulement lieu à de petites taches opaques irrégulières, faciles à apercevoir sur la vessie natatoire examinée par transparence, et au niveau desquelles on ne constate aucune modification de la paroi ; un peu plus tard, les régions de cette dernière qui correspondent à ces taches, présentent un aspect spécial, comme chiffonné ; enfin, à un stade ultérieur, on trouve de petites saillies opaques d'un blanc un peu jaunâtre.

Pour constater l'existence de ces lésions quand elles ont pour siège, comme c'est la règle, la paroi de la région antérieure de la vessie, il faut avoir enlevé préalablement la capsule fibreuse, molle et faiblement adhérente, qui couvre cette partie de l'organe.

Cette précaution n'est plus nécessaire quand on se trouve en présence de parasites dont l'évolution est plus avancée : leur présence détermine alors la formation de tumeurs volumineuses, facilement appréciables à travers cette enveloppe qui, d'ailleurs, reste toujours intacte.

Ces tumeurs sont d'un blanc jaunâtre ; elles forment à la surface de l'organe des saillies considérables dont l'épaisseur peut atteindre près d'un centimètre ; elles sont, en général, de forme oblongue, leur grand axe étant à peu près constamment dirigé perpendiculairement à celui de la vessie.

Il n'en existe parfois qu'une seule, assez souvent cinq ou six, se touchant ou séparées les unes les autres par des intervalles variables.

Si on ouvre une vessie natatoire présentant les taches opaques dont j'ai parlé d'abord, on constate, en examinant sa surface interne, que ces taches sont produites par la présence sur certains points

d'une substance jaunâtre, de consistance assez molle ; le microscope permet de reconnaître dans cette sorte d'enduit le *Myxobolus ellipsoïdes*, dont nous étudierons plus tard les caractères.

Pour le moment, occupons-nous seulement de ses rapports avec le tissu ; il est assez facile de s'en rendre compte en étudiant des coupes de la vessie natatoire présentant des formations parasitaires aux divers stades que j'ai signalés plus haut.

Je rappellerai d'abord brièvement les points essentiels de la constitution histologique de la paroi de cet organe au niveau de la partie antérieure.

A l'intérieur, on trouve d'abord un épithélium formé d'une seule assise de cellules, reposant sur une première couche de tissu conjonctif fibreux, assez dense, dont les fibres ont une direction longitudinale ; puis vient une couche fibreuse beaucoup plus épaisse, formée de faisceaux entrecroisés dans tous les sens ; enfin, une couche externe à fibres longitudinales ; telle est la structure de la paroi proprement dite de la vessie natatoire ; elle est unie, par une couche de tissu conjonctif lâche, à l'enveloppe fibreuse molle et facile à détacher, qui la recouvre et dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Voyons maintenant quelle est dans cette paroi la situation du parasite et quels sont les troubles qu'y détermine sa présence.

D'après ce que j'ai observé, il me semble hors de doute que tout à fait au début de l'infection, le *Myxobolus ellipsoïdes* se présente ici sous une forme qui rappelle un peu les conditions d'existence de certaines Myxosporidies de la vésicule biliaire, en particulier du *Myxidium incurvatum*, c'est-à-dire qu'il se montre simplement accolé à l'endothélium de la vessie natatoire.

Toutefois, ce stade de simple adhérence doit être de fort courte durée et je dois avouer que dans les différents cas que j'ai eu l'occasion d'étudier, j'ai toujours eu à constater un commencement d'invasion du tissu de la paroi, portant au moins sur l'endothélium.

En effet, dans les phases évolutives les moins avancées qu'il m'ait été donné d'observer, des coupes de l'organe, au niveau des taches, permettaient de reconnaître la présence du parasite, non seulement à la surface de la couche endothéliale, mais aussi dans l'épaisseur de cette dernière, dont il avait amené la disparition à peu près complète sur les points qu'il occupait.

Dans la plupart des cas, le *Myxobolus* avait pénétré plus profondément encore et on le trouvait dans la couche interne de fibres longitudinales.

Quand l'infection est un peu plus ancienne, la couche intermédiaire à fibres enchevêtrées est à son tour envahie, et enfin la couche de fibres longitudinales externe l'est aussi.

Les coupes de la vessie natatoire à ce stade du processus constituent l'exemple le plus net de l'infiltration myxosporidienne des tissus.

On voit, en effet, çà et là dans ces coupes, des espaces irréguliers, de dimensions variables, au niveau desquels les éléments normaux sont remplacés par ceux du parasite, et, en particulier, par des spores.

Pour avoir une vue d'ensemble et se faire une idée de la topographie et de l'aspect des lésions, le meilleur procédé consiste à examiner, à un assez faible grossissement, des préparations ayant subi la double coloration par l'éosine et le violet de gentiane.

Si l'on décolore assez fortement, ce dernier réactif disparaît complètement, sauf au niveau des capsules polaires des spores, qui restent colorées en un violet intense : les espaces qu'elles remplissent tranchent alors nettement sur la teinte rose du tissu dû à l'action de l'éosine.

Relativement au mode de formation de ces cavités au sein du tissu, mes observations m'ont conduit aux résultats suivants :

Après avoir déterminé la chute de l'endothélium et être arrivé au contact du tissu conjonctif, le parasite y pénètre sous forme de traînées protoplasmiques qui dissocient les faisceaux fibreux entre lesquels elles s'insinuent. Ainsi se constituent, entre ces éléments, des cavités qu'on reconnaît facilement sur les coupes à leur forme moins irrégulière et à leurs dimensions généralement assez faibles.

Cet écartement des faisceaux s'accroît davantage en certains endroits par suite d'un accroissement plus marqué de notre organisme au niveau de ces points. Bientôt les fibres distendues arrivent à la limite de leur élasticité, elles ne tardent pas à se rompre, et leurs extrémités brisées se retrouvent facilement, plus ou moins écartées et plongées dans la masse parasitaire.

Ainsi se forment des cavités anfractueuses, à parois irrégulières et comme déchiquetées (fig. 2) ; elles sont distribuées sans ordre dans la paroi de l'organe.



Fig. 2. — Coupe de la paroi de la vessie natatoire d'une Tanche, montrant des amas de *Myxobolus ellipsoïdes* au milieu des faisceaux de fibres conjonctives.

On comprend facilement que sous l'influence de ce processus, celle-ci présente une notable augmentation d'épaisseur qui se traduit à sa surface par des saillies plus ou moins accentuées.

L'évolution du parasite continue, et son volume augmente peu à peu ; les cavités qu'il occupe s'accroissent de leur côté ; le tissu ambiant se trouve refoulé à leur périphérie ; de nouvelles fibres se rompent et l'on arrive progressivement à la formation de ces grosses tumeurs mamelonnées, dont l'épaisseur peut atteindre un centimètre.

La membrane est distendue, des amas parasitaires occupant des sortes de loges plus ou moins régulières, séparées les unes des autres par des travées de tissu sain d'épaisseur variable.

La paroi interne de ces loges est quelquefois parfaitement unie et constituée par des faisceaux fibreux d'apparence normale. Le plus souvent, au contraire, elle est irrégulière, anfractueuse, hérissée de saillies plus ou moins considérables, et les caractères du tissu s'y montrent profondément modifiés, par suite des troubles mécaniques qu'apporte, comme nous l'avons vu, dans sa constitution, le développement du parasite.

Quand on connaît le mode de formation de ces cavités, l'existence de telles altérations n'a rien de surprenant, mais elles se présentent

parfois sous un aspect tellement spécial que l'interprétation des faits observés peut offrir parfois d'assez grandes difficultés.

Dans les tumeurs un peu volumineuses, on observe fréquemment à la limite interne de la paroi conjonctive, entre celle-ci et la zone périphérique du protoplasma, une couche particulière, d'épaisseur assez uniforme, d'apparence striée, qui, dans certaines préparations examinées à un faible grossissement, rappelle vaguement l'aspect d'un revêtement épithélial.

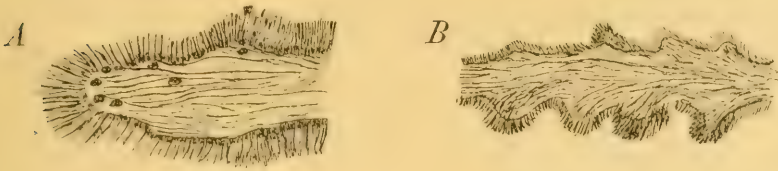


Fig. 3. — Fragments de coupes de la paroi interne des amas parasitaires de la vessie natatoire de la Tanche, montrant la disposition des fibrilles conjonctives.

À un fort grossissement, on reconnaît que cette couche est composée de petits bâtonnets disposés régulièrement à côté les uns des autres. La direction de ces bâtonnets est en général perpendiculaire à celle des faisceaux conjonctifs placés en dehors d'eux et sur lesquels ils reposent par une de leurs extrémités (fig. 3, A), tandis que l'autre est en contact avec le parasite ; enfin, sur les préparations colorées au carmin, ils prennent souvent une coloration plus marquée que les autres parties de la coupe : dans ces conditions, on observe également au niveau de leur base, une zone colorée en rouge d'une façon assez intense, qui suit, dans toutes leurs sinuosités, les contours de la cavité.

Dans beaucoup de cas, en effet, cette couche à bâtonnets tapisse complètement la paroi de celle-ci, et se retrouve à la surface de toutes les inégalités qu'elle présente.

J'ai dit que le tissu conjonctif, dans lequel sont creusées les loges, peut faire saillie dans leur intérieur sous forme d'éminences plus ou moins nombreuses et de dimensions variables. Les unes sont à peine marquées, tandis que d'autres très bien développées, constituent de véritables cloisons incomplètes atteignant presque la paroi opposée.

Elles sont constituées par des fibres conjonctives rompues et écartées de leur direction primitive, dont l'extrémité brisée proémine dans la cavité, tandis qu'elles se continuent d'autre part avec les faisceaux de la paroi (fig. 3, B).

Sauf quelques rares exceptions, on les trouve revêtues sur toute leur surface par la couche à bâtonnets. Si on les observe à un faible grossissement, l'aspect particulier de cette dernière leur communique une apparence qui rappelle les caractères des villosités intestinales : on y distingue, en effet, un axe conjonctif et un revêtement régulier qui représente assez bien un épithélium.

Quelquefois, ces pseudo-villosités montrent une sorte de ramification : de l'axe principal on voit se détacher des axes secondaires dont la surface est également recouverte de la couche épithélioïde.

Enfin, dans certains cas, assez rares du reste, cette dernière n'existe qu'à l'extrémité libre de l'axe, dont les parties latérales sont dépourvues de ce revêtement et au niveau desquelles les fibres conjonctives sont en contact direct avec le protoplasma du parasite.

La ressemblance de ces productions avec les véritables villosités est d'ailleurs assez grossière, et il suffit d'un examen tant soit peu attentif, pour s'assurer qu'il n'y a là qu'une analogie d'aspect toute fortuite, tenant à l'emploi de moyens d'observation insuffisants qui ne permettent pas de se rendre exactement compte des caractères de la couche striée.

Aussi a-t-on quelque peine à comprendre l'erreur dans laquelle est tombé L. PFEIFFER (7. p. 83) quand il a dit que la paroi de ces kystes est revêtue de cellules épithélioïdes (Die Innenwand dieser Cysten ist mit einer 2-3 fachen Schicht von epithelialähnlichen Zellen ausgekleidet.....)

Cette interprétation fantaisiste ne peut résulter que d'une étude incomplète de la production qui nous occupe : peut-être aussi l'auteur y a-t-il été inconsciemment amené par ses idées particulières sur le rôle pathologique des Sporozoaires.

Quoi qu'il en soit, s'il est facile, en examinant cette couche à bâtonnets dans de bonnes conditions, de voir qu'elle n'est point constituée par des cellules, la question de son origine et de sa véritable nature n'en reste pas moins obscure. En effet, dans les coupes de certaines tumeurs myxosporidiennes, je l'ai observée et dans des conditions telles qu'il était très difficile de décider

s'il fallait voir en elle une production parasitaire comparable aux différenciations ectoplasmiques que l'on observe assez souvent, ou, au contraire, la considérer comme dérivant du tissu conjonctif et devant son aspect spécial aux altérations subies par ce dernier sous l'influence du parasite.

C'est la dernière manière de voir qui est, je crois, conforme à la réalité, et, en étendant mes recherches à un nombre de cas assez considérable, je suis arrivé à observer des faits qui me semblent établir suffisamment le bien fondé de cette opinion. J'ai vu, en effet, que l'on peut rencontrer toutes les transitions entre les bâtonnets assez courts et régulièrement disposés, dont j'ai parlé d'abord, et des éléments analogues beaucoup plus irréguliers comme dimensions, pour arriver enfin à des fibres conjonctives reconnaissables avec toute l'évidence possible et que l'on trouve, en certains points, occupant la place de la couche en question et se continuant d'une part avec le tissu de l'organe, tandis que leurs extrémités sont plongées dans la masse parasitaire.

Ces dispositions peuvent se montrer dans des points où la paroi est relativement régulière, ou au contraire, au niveau des saillies ou de leurs intervalles.

L'extrémité des premières est souvent particulièrement favorable à la constatation de ces faits, et, dans certains cas, il est assez facile de voir que les bâtonnets ne sont que les extrémités tronquées des fibres qui forment la partie axiale de ces éminences (fig. 3, B).

Ces observations suffisent, me semble-t-il, pour lever tous les doutes; mais si elles établissent nettement la nature de cette couche énigmatique, elles n'expliquent ni la régularité que l'on constate d'ordinaire dans la longueur des bâtonnets, ni surtout la direction perpendiculaire de ceux-ci par rapport à celle des fibres sous-jacentes.

Je crois qu'il faut voir dans ces faits un résultat de la structure de l'organe. Dans les points où la cavité de la loge est limitée par des faisceaux appartenant aux couches longitudinales interne ou externe, la paroi peut se montrer régulière et unie: si même il y a eu quelques ruptures, celles-ci, à cause de la direction régulière des fibres, ne donnent pas lieu d'ordinaire à des aspects compliqués d'une interprétation difficile.

Il en est tout autrement quand le parasite a creusé son gîte dans la couche moyenne. Ici, les faisceaux conjonctifs sont dirigés dans

tous les sens et forment un enchevêtrement inextricable: si le parasite détermine la rupture d'un certain nombre de faisceaux voisins mais de direction différente, les extrémités brisées de leurs fibres se montreront évidemment sous des aspects très variables, dont la diversité sera encore plus apparente et au premier abord plus difficile à comprendre sur des coupes de l'organe.

D'après ce que j'ai pu voir, c'est ainsi que s'explique la situation des bâtonnets. Ils représentent les extrémités brisées de fibres, dont la direction était perpendiculaire ou légèrement oblique par rapport à celle des faisceaux sous-jacents, dirigés eux-mêmes parallèlement au plan de la coupe.

Quant à la régularité si remarquable que présente parfois leur longueur, elle tient simplement à la rupture, en un même point, d'un certain nombre de faisceaux voisins et de même direction.

Il est une dernière particularité que je dois signaler ici. Je veux parler de la présence à peu près constante, dans la paroi des tumeurs myxosporidiennes de la vessie natale, de grosses cellules présentant un aspect spécial.

On ne les observe jamais qu'au voisinage de la limite des cavités, et surtout au niveau de la base des bâtonnets. Dans cette région, elles se montrent souvent très nombreuses et parfois disposées régulièrement en une couche presque continue. On en trouve aussi dans les intervalles des faisceaux, en particulier dans l'axe des saillies pariétales.

Je crois qu'il faut considérer ces éléments comme des cellules conjonctives, dont la taille et le nombre ont augmenté en certains points, peut-être sous l'influence d'une sorte d'irritation causée par la présence du parasite et par les désordres qu'il occasionne dans le tissu.

La Tanche n'est pas le seul Poisson dont la vessie natale soit exposée aux atteintes des Myxosporidies. Dans deux petits Cyprinoides que je n'ai pas déterminé exactement, mais qui étaient, je crois, des Ablettes (*Alburnus lucidus*), j'ai trouvé le même organe envahi par une autre espèce, le *Myxobolus Mülleri*. Dans les deux cas, le parasite siégeait au niveau de la portion antérieure de l'organe et son aspect rappelait tout à fait celui du *M. ellipsoïdes* dans les mêmes conditions.

Le parasite occupait ici, comme chez la Tanche, l'épaisseur de la paroi fibreuse: il s'y montrait sous une forme analogue et avait

déterminé des lésions identiques. Je ne m'arrêterai pas plus longtemps sur ces faits dont l'étude n'ajouterait aucun détail aux faits que nous avons constatés chez la Tanche.

Péritoine.

La vessie natatoire n'est pas le seul endroit où l'on observe une membrane de nature conjonctive présentant des Myxosporidies dans son épaisseur. Le péritoine peut être, dans certains cas, le siège de formations parasitaires analogues.

LEYDIG semble avoir rencontré nos organismes dans ces conditions chez le *Gobio fluviatilis* ; M. BALBIANI en a trouvé chez la Tanche.

J'en ai moi-même observé dans le péritoine de l'Ablette (*Myxobolus Mülleri*), du *Mugil chelo* (*Myxobolus exiguus*) et de la Tanche (*M. ellipsoides* et *M. piriformis*).

En ouvrant l'animal, on voit alors sur la séreuse la présence de petites taches blanches, opaques, mesurant en moyenne de 1^{mm} à 3^{mm} de diamètre. A leur niveau, l'épaisseur de la membrane est manifestement augmentée et en examinant, à un faible grossissement, les régions où se montrent ces taches, on constate facilement que ces dernières sont dues à la présence de Myxosporidies qui ont envahi le péritoine.

Sur des coupes, on trouve les parasites logés entre les faisceaux conjonctifs, sous une forme qui rappelle complètement l'envahissement de la paroi de la vessie natatoire. Il s'agit encore ici d'une véritable infiltration qui, par suite du développement plus marqué en certains points de l'organisme envahisseur, peut amener la dissociation et même la rupture des éléments du tissu.

Les Myxosporidies peuvent-elles atteindre dans le péritoine un aussi grand développement que dans la vessie natatoire ? D'après mes observations, il semble que cette question doive être résolue par la négative. Je n'ai, du moins pour ma part, observé dans cet organe, que des productions parasitaires de petite taille (1 à 3^{mm}) et cependant, dans un cas au moins, l'infection semblait de date ancienne et les parasites étaient pour la plupart morts et altérés.

Tissu conjonctif de l'intestin.

Dans les cas que j'ai cités plus haut, où l'épithélium intestinal renfermait des Myxosporidies, le tissu conjonctif était également envahi, particulièrement au niveau de l'axe des villosités. Mais il ne s'agissait là que d'une infection très discrète, ne se traduisant que par l'existence de quelques spores disséminées çà et là entre les éléments du tissu, qui n'était d'ailleurs le siège d'aucune altération. La présence des parasites ne pouvait être reconnue qu'à l'aide de forts grossissements et n'amenait, en somme, de trouble notable ni dans la structure ni dans les fonctions de l'organe.

Il n'en est pas toujours ainsi et j'ai pu observer des cas où les Myxosporidies des parois intestinales avaient donné lieu à la production de lésions très marquées, qui devaient apporter un obstacle considérable à l'exercice des fonctions digestives.

Chez un Barbeau, j'ai constaté les faits suivants. Sur l'intestin, à environ 10 cent. de l'anus, on remarquait l'existence d'une sorte de saillie ovale, se continuant insensiblement avec le tissu voisin, embrassant à peu près les deux tiers de la circonférence de l'organe et présentant une longueur d'environ 8^{mm}.

La coloration était à peu près normale.

Une coupe transversale de l'intestin montrait que cette saillie était due à un épaississement considérable de la paroi, qui atteignait en ce point, le triple de l'épaisseur normale. La cavité intestinale avait presque complètement disparu à ce niveau (Pl. VIII, fig. 72).

Le tissu incisé était opaque et présentait une teinte blanchâtre. En râclant légèrement la surface de section, on obtenait des débris dans lesquels l'examen microscopique permettait de reconnaître de nombreuses spores de *Myxobolus*.

Sur des coupes pratiquées après fixation par le liquide de Flemming et inclusion dans la paraffine, on voyait que l'épaississement de la paroi était dû à une prolifération conjonctive très considérable due à la présence de ce parasite (fig. 73.)

En étudiant ces coupes au moyen d'un grossissement permettant d'en obtenir une vue d'ensemble, on constatait que ce tissu conjonctif, très dense, présentait une disposition très particulière

et se montrait creusé de cavités en forme de loges ou d'alvéoles, de formes et de dimensions assez variables, et occupées par les masses plasmiques et les spores.

Cette manière d'être du parasite, qui rappelle beaucoup l'état kystique, en diffère cependant par quelques points, comme on le verra plus loin.

Le *Myxobolus* ne se trouvait pas, d'ailleurs, seulement sous cette forme ; il se montrait également à l'état d'infiltration diffuse dans tout le tissu qui constituait les cloisons des alvéoles, comme on le voit dans la figure 76 qui représente, à un plus fort grossissement, l'aspect de la région *a* de la fig. 73.

L'épithélium intestinal était intact sur la plupart des points : il avait cependant disparu en quelques endroits, mais nulle part il ne renfermait de spores et sa disparition semblait tenir à une cause purement mécanique.

La tunique musculuse de l'intestin n'était que légèrement atteinte (fig. 72, *m*).

Chez certains *Mugil*, j'ai rencontré le *Myxobolus exiguus* dans des conditions assez analogues. Cette Myxosporidie assez répandue (Marseille, le Vivier-sur-Mer, Banyuls) chez divers Poissons de ce genre (*M. chelo*, *M. capito*), se rencontre assez souvent dans les parois de l'intestin, particulièrement dans celles des cœcums pyloriques et du cœcum gastrique. C'est dans ce dernier, et chez le *M. chelo*, que j'ai observé les faits les plus typiques.

La présence du parasite se reconnaissait au premier coup d'œil, à l'existence de taches d'un blanc de lait, plus ou moins saillantes, variant de la grosseur d'une tête d'épingle à celle d'un grain de mil et occupant la surface du cœcum gastrique, qui pouvait en être presque complètement couvert.

Sur des coupes de cet organe, on constate dans la paroi très épaisse, l'existence de cavités arrondies renfermant la Myxosporidie et siégeant dans le tissu conjonctif ou à la fois dans celui-ci et la tunique musculuse (fig. 72).

Dans certains cas, j'ai observé une prolifération conjonctive très nette, donnant naissance autour de la cavité à une sorte de coque formée d'un tissu fibreux dense.

Dans d'autres cas, j'ai trouvé le tissu ambiant absolument normal : il en était ainsi par exemple, dans la préparation représentée par la

figure 5 p. 238. Ici, la pièce avait été fixée par le liquide de Flemming, et en dedans du tissu conjonctif normal, chacune de ces cavités était limitée par une couche spéciale, retenant fortement les couleurs d'aniline, paraissant finement granuleuse et ne renfermant pas de noyaux, ce qui ne permet pas d'admettre qu'elle soit de nature conjonctive. Constitue-t-elle une dépendance du parasite, cela semble plus probable ; cependant il ne paraît pas qu'elle soit l'analogue de la différenciation ectoplasmique membraniforme des kystes de *Glugea microspora*, etc.

Nous reviendrons d'ailleurs sur cette question quand nous étudierons le protoplasma de nos organismes.

En tout cas, il s'agit évidemment ici de productions analogues aux kystes, et le *Myxobolus* s'y montre dans des conditions tout à fait identiques.

Je n'ai pas constaté d'infiltration parasitaire dans le tissu qui sépare les kystes et qui, du reste, ne présente aucune altération.

L'épaississement de la paroi, déterminé par ces formations, amène une diminution notable de la cavité du cœcum. L'épithélium est conservé, mais en certains points, les glandes comprimées par les kystes, sont plus ou moins atrophiées ou même ont complètement disparu.

On voit que les Myxosporidies qui se développent dans les parois intestinales peuvent envahir l'épithélium ou le tissu conjonctif, et parfois, ces deux couches simultanément.

Dans l'épithélium, on les trouve toujours à l'état d'infiltration, dans le tissu conjonctif, elles peuvent revêtir cette forme ou présenter des caractères qui rappellent à peu près complètement ceux des kystes du tissu conjonctif sous-cutané.

Le canal digestif semble d'ailleurs peu exposé chez les Poissons aux atteintes de ces parasites. Jusqu'ici, les auteurs n'avaient pas signalé leur présence dans cet organe, et, d'après ce qui précède, on voit que pour ma part, je n'ai eu occasion de les y observer qu'un petit nombre de fois.

Dans tous les cas il s'agissait de *Myxobolus* :

Myx. oviformis intestin de la Carpe, du Gardon et de l'Ablette ;

Myx. Pfeifferi intestin du Barbeau ;

Myx. exiguus intestin du *Mugil chelo*.

Tissu conjonctif des nerfs.

Le tissu conjonctif qui entre dans la constitution des nerfs peut, comme celui des muscles, donner asile à des Myxosporidies. Le fait est pourtant beaucoup plus rare et on ne l'a jusqu'ici observé que sur des *Thymallus vulgaris* provenant de l'Ilm et de la Saale. C'est M. L. PFEIFFER qui est l'auteur de cette intéressante découverte qu'il a signalée en 1893 (7, p. 75).

Un fait remarquable, c'est que les parasites étaient strictement localisés dans les nerfs. Ils peuvent se montrer dans un grand nombre de ces derniers ; trijumeau, pathétique, beaucoup de nerfs moteurs, etc.

L'invasion du nerf optique, qui est très fréquente, peut amener des troubles oculaires allant jusqu'à la cécité complète.

Les cordons nerveux dépendant du grand sympathique peuvent eux-mêmes être le siège de productions parasitaires.

Ces Myxosporidies forment de petites tumeurs blanchâtres, pouvant atteindre le volume d'une tête d'épingle. Elles semblent siéger surtout dans le tissu conjonctif interfasciculaire : mais, d'après l'auteur, elles peuvent également pénétrer dans les faisceaux et reconnaître amener une véritable dissociation des fibres nerveuses.

M. le Dr PFEIFFER ayant eu l'amabilité de m'envoyer des préparations, j'ai pu constater par moi-même, dans les nerfs de *Thymallus* infestés, la présence du parasite qu'il y a découvert et qu'il s'agissait du *Myxobolus Mülleri* (BÜTSCHLI).

Toutefois, d'après ce que j'ai pu voir, il m'a semblé que, dans les nerfs, comme dans beaucoup d'autres organes, la présence de Myxosporidies ne donne lieu qu'à des désordres purement mécaniques ; et, en l'absence de toute trace de réaction inflammatoire au niveau des points envahis, j'avoue ne pas très bien comprendre la raison qui a déterminé M. PFEIFFER à employer le terme de *Polyneuritis parasitica*, pour désigner les lésions produites ici par le *Myxobolus Mülleri*.

Cette appellation est, sans doute, une conséquence du point de vue particulier auquel s'est placé cet auteur dans son étude des Sporozoaires, et concorde avec ses idées sur l'importance du rôle pathogénique qu'il attribue à ces organismes.

La critique des opinions émises à ce point de vue par M. PFEIFFER appartient d'ailleurs aux pathologistes et ne saurait trouver place ici.

Il reste seulement à retenir cette observation intéressante et jusqu'ici unique, de Myxosporidies siégeant dans les nerfs (V. la note de la p. 128).

Tissu conjonctif du foie.

M. le professeur BALBIANI a, le premier, signalé la présence de Myxosporidies dans le foie des Poissons. Cet organe est, en effet, assez souvent envahi par nos parasites. J'y ai observé plusieurs espèces appartenant aux genres *Myxobolus* et *Glugea* et qui se présentaient dans des conditions différentes. Les *Myxobolus* étaient toujours à l'état d'infiltration diffuse et leur présence ne se pouvait reconnaître qu'à l'aide du microscope; les *Glugea*, au contraire, se montraient sous forme d'amas plus ou moins considérables, analogues à des kystes et produisaient, au milieu du tissu hépatique, des taches blanches facilement visibles à l'œil nu, qui attireraient immédiatement l'attention.

Ces Myxosporidies siègent le plus souvent dans le tissu conjonctif. Pourtant, j'ai parfois observé des spores de *Myxobolus* dans le tissu hépatique lui-même. Mais ces faits sont trop rares pour qu'il y ait lieu de leur consacrer un paragraphe spécial.

Enfin, nous verrons que dans le foie de la Tanche, on peut, dans certains cas, rencontrer des spores des *Myxobolus ellipsoïdes* et *piriformis* au sein de productions histologiques spéciales, sortes de granulations jaunâtres, visibles à l'œil nu, disséminées dans le tissu de l'organe et que l'on retrouve dans le rein et dans la rate.

Je me bornerai donc, en étudiant les parasites de tissu conjonctif du foie, à signaler les cas où j'ai pu en observer en même temps dans le tissu propre de l'organe.

Les *Glugea* que j'ai rencontrées dans le foie sont toutes de très petite taille; aussi, leur distinction spécifique est-elle assez difficile à établir. Je crois cependant pouvoir les ramener à deux types assez bien définis : *Glugea ovoïdea*, *G. depressa*.

La première est assez fréquente à Roscoff, dans le foie de la *Motella tricirrata*; dans la Méditerranée, j'ai trouvé, dans le foie de *Cepola rubescens*, un parasite que je crois pouvoir rapporter à la même espèce. Je rappellerai, en passant, que la vésicule biliaire de la *Cepola* renferme souvent la *Sphaeromyxa Balbianii*, qui

habite également le même organe chez la Motelle. J'ai déjà signalé la coexistence de ces deux espèces de Myxosporidies chez deux hôtes aussi différents et, j'ai appelé l'attention sur l'intérêt que présente ce fait, au point de vue de la distribution de ces organismes.

Chez l'un ou l'autre Poisson, la présence de la *Glugea ovoidea* se traduit par l'existence, tant à la surface du foie que dans la profondeur du tissu, de petites taches d'un blanc de lait, de forme arrondie, et mesurant de 0^{mm}, 5 à 1^{mm} de diamètre.

Sur des coupes de l'organe, le parasite m'a paru le plus souvent logé dans le tissu conjonctif qui entoure les troncs vasculaires ou les canaux biliaires ; cependant, j'ai trouvé dans quelques cas, des amas de spores plongés, il est vrai, dans du tissu conjonctif, mais celui-ci était peut-être dû à une prolifération irritative, et le siège primitif du parasite pourrait bien avoir été le tissu hépatique lui-même. Toutefois, je ne puis rien affirmer à cet égard.

La seconde espèce (*Gl. depressa*), se montre dans le foie de *Julia vulgaris* (Marseille) ; elle se présente avec un aspect identique, et, au point de vue des rapports avec les éléments de l'organe hospitalier, elle offre avec la précédente une analogie complète.

Enfin, je dois signaler une petite *Glugea* observée à Roscoff, dans le foie du *Crenilabrus melops*, où elle formait également de petites granulations blanches : mais je n'ai pu l'étudier suffisamment pour la rapporter à une forme spécifique quelconque.

J'ai également constaté la présence de certains *Myxobolus* dans le foie de la Tanche (*Tinca vulgaris*), du Gardon et de la Carpe.

C'est chez ce dernier animal que j'ai fait les observations les plus nettes. Il s'agissait, dans ce cas, du *Myxobolus inaequalis*, qui se montrait aussi dans le tube digestif du même individu. La présence du parasite n'était pas ici reconnaissable à l'œil nu. En portant sous le microscope des fragments de l'organe dilacérés ou écrasés, on observait par places des spores du *Myxobolus*. Ces éléments, isolés pour la plupart ou rarement réunis par petits groupes de 2 à 6, étaient presque toujours accolés à des productions particulières, qui se montraient en assez grand nombre dans les préparations. Elles consistaient en corpuscules irrégulièrement arrondis, de taille variable (10 à 30 μ en moyenne), remarquables par leur réfringence, leur coloration jaune et l'aspect craquelé de leur surface.

Quelques-uns de ces corps renfermaient une ou deux spores, englobées dans leur substance; le plus souvent celles-ci étaient simplement accolées à leur surface.

Sur des coupes du foie, après fixation et durcissement, on constatait qu'il s'agissait d'une infiltration parasitaire diffuse et très discrète. On voyait, en effet, des spores disséminées çà et là dans la coupe et en très petit nombre. Il était facile de reconnaître que ces spores se montraient presque exclusivement dans le tissu conjonctif lâche, qui entoure les vaisseaux et les canaux biliaires. On retrouvait également, dans ce tissu, les formations à l'intérieur ou à la surface desquelles on observait les spores à l'état frais.

Ces corps, par suite probablement de l'action de l'alcool et des essences employés pour inclure la pièce dans la paraffine, se montrent sur les coupes avec un aspect sensiblement modifié. Leur coloration jaune a disparu, leur réfringence a beaucoup diminué: ce sont des sortes d'amas irréguliers, formés d'une substance amorphe, d'apparence assez homogène, se colorant faiblement par les couleurs d'aniline (fixation par le liquide de Flemming, coloration par la safranine ou la rubine).

Quelques-uns montrent des spores à leur surface ou dans leur substance même. Ces productions sont plongées dans le tissu conjonctif qui, en certains points où elles sont nombreuses, montre une hypertrophie très marquée; quelques spores sont isolées et en rapport immédiat avec les faisceaux conjonctifs (fig. 94).

Enfin, dans les mêmes préparations, on pouvait également observer, au milieu des cellules hépatiques, quelques masses amorphes avec des spores. Elles n'étaient pas contenues dans les cellules: elles m'ont semblé plutôt logées entre ces éléments.

Les conditions dans lesquelles se montrait ici le parasite rappellent, sous certains rapports, les faits que j'ai signalés à propos des *Myxosporidies* de l'épithélium de l'intestin. Dans les deux cas, nous avons vu les spores contenues dans des corps particuliers, ayant tous les caractères d'éléments histologiques altérés.

Ces corps présentent, il est vrai, quelques différences: coloration aune de ceux du foie, aspect craquelé de leur surface, réfringence plus considérable de ceux de l'intestin, surtout dans les coupes. Mais, en somme, il s'agit là de productions qui doivent toutes, me semble-t-il, être rapportées à la dégénérescence hyaline.

Quelle est l'origine de ces productions que j'ai observées dans le foie ? Pas plus que dans l'intestin, il ne me semble possible de les faire dériver du protoplasma parasitaire. Quant aux éléments du tissu de l'hôte dont ils proviennent, il ne me paraît guère possible de les déterminer avec exactitude. On a vu que ces petites masses sont presque toujours logées dans du tissu conjonctif, au voisinage des vaisseaux sanguins et des canaux biliaires. Sont-elle dues à la dégénérescence de cellules conjonctives ? Aucune observation ne vient à l'appui de cette opinion et, dans les autres organes, nous voyons les Myxosporidies envahir le tissu conjonctif avec une intensité quelquefois bien plus marquée, sans donner lieu à aucune lésion analogue. On pourrait penser à des cellules migratrices et regarder ces corps comme représentant les cadavres de véritables cellules géantes, résultant d'une accumulation plasmodiale de leucocytes, qui se serait produite en vue de combattre l'infection parasitaire. Mais la tolérance le plus souvent absolue des tissus pour les Myxosporidies et l'absence complète de réaction phagocytaire, dans la plupart des organismes envahis par elles, ne permettent guère de s'arrêter à cette idée.

Peut-être, enfin, s'agirait-il de cellules hépatiques dégénérées. Le parasite se développerait primitivement dans les cellules du foie, et ces éléments altérés par la présence de l'organisme étranger, subiraient des altérations dont le résultat serait la production des petites masses amorphes que nous avons étudiées. Sous l'influence de ces lésions, il se produirait une prolifération irritative du tissu conjonctif, qui engloberait les cellules dégénérées et les spores, dernier vestige de l'évolution parasitaire.

Cette hypothèse correspond-elle à la réalité ? Je n'oserais l'affirmer, ne pouvant l'appuyer sur des observations suffisamment probantes ; cependant, dans certains cas, elle m'a semblé la plus propre à expliquer les faits que j'avais sous les yeux.

J'arrive maintenant à des productions extrêmement singulières, dont j'ai depuis longtemps signalé l'existence dans le foie, la rate et le rein de la Tanche (1).

(1) Il existe ici une lacune regrettable dans le manuscrit de THÉLOHAN. Je n'ai pu retrouver dans ses notes la description de ces productions qu'il a étudiées pendant longtemps, et sur la nature desquelles il n'était pas fixé. Il se proposait de faire à ce sujet de nouvelles recherches avant de rédiger cette partie de son mémoire (H).

Tissu conjonctif des muscles.

Le tissu conjonctif intermusculaire et celui qui relie entre eux les différents faisceaux d'un même muscle, peut donner asile à des Myxosporidies, alors que les éléments contractiles demeurent absolument intacts. C'est seulement des faits de ce genre que je m'occuperai ici; quant aux cas, où les parasites se montrent à la fois dans le tissu conjonctif et dans le tissu musculaire lui-même, je les étudierai plus loin à propos de l'invasion de ce dernier.

L'aspect que revêtent nos organismes, dans le tissu conjonctif des muscles, rappelle beaucoup les caractères des kystes sous-cutanés. Pourtant, je n'ai jamais observé ici de différenciation ectoplasmique et, dans quelques cas, nous aurons à constater un acheminement manifeste vers l'état que j'ai désigné sous le nom d'infiltration parasitaire.

On a vu que c'est dans le tissu conjonctif des muscles de l'œil que MÜLLER observa, pour la première fois, des spores de Myxosporidies. En disséquant la cavité orbitaire d'un Brochet, il remarqua sur ces organes la présence de petites vésicules arrondies, de couleur blanche, mesurant $1/5$ à $1/2$ ligne et renfermant ces éléments particuliers auxquels, en raison de leur forme, il donna le nom de Psorospermies (*Henneguya psorospermica*).

Je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer cette espèce dans les conditions où elle fut découverte par l'illustre physiologiste, et je n'ai observé dans le tissu conjonctif des muscles, que des parasites appartenant au genre *Glugea*.

L'un d'eux se montrait, comme l'*H. psorospermica* de l'observation de MÜLLER, dans le tissu conjonctif des muscles de l'œil, chez un *Merlangus pollachius*, dont tous les autres muscles étaient absolument sains. C'est l'espèce à laquelle j'ai donné le nom de *Glugea punctifera*. Je ne l'ai trouvée qu'une seule fois: on remarquait dans les muscles de petites vésicules blanchâtres, arrondies, mesurant à peu près $1/2$ ^{mm} à 1 ^{mm}. Sur des coupes, on constatait nettement l'intégrité du tissu musculaire. Le parasite, logé dans le tissu conjonctif, se montrait sous l'aspect représenté dans la figure 118 Pl. ix. La ressemblance avec les véritables kystes était très grande et accentuée encore par l'existence d'une prolifération conjonctive,

formant une sorte de capsule autour de l'organisme. En réalité, il semble que l'on doive plutôt rattacher ce cas au processus d'infiltration. On observait, en effet, autour de la masse principale, des îlots parasitaires secondaires (Pl. ix, fig. 118.). D'après l'aspect des préparations, il s'agit probablement d'un cas d'infiltration primitive, dans lequel la Myxosporidie a pris, en un point donné, un développement plus considérable et se trouve ainsi affecter une disposition qui se rapproche des kystes véritables, dont elle diffère, d'ailleurs, par l'absence de différenciation de l'ectoplasma.

Une forme assez voisine (*Glugea acuta*), est extrêmement commune à Concarneau et surtout à Roscoff, dans les muscles de la nageoire dorsale de l'*Entelurus æquoreus* et du *Syngnathus acus*. On l'y trouve souvent en compagnie d'une autre espèce, le *Chloromyxum quadratum* qui lui, comme nous le verrons, envahit la substance musculaire elle-même et peut se trouver dans d'autres régions du corps, tandis que je n'ai jamais observé la *Glugea acuta* qu'au niveau des muscles de la dorsale.

On découvre aisément ces parasites en pratiquant sur le dos de l'Entélure ou du Syngnathe, immédiatement à la base de la nageoire, une incision longitudinale : en écartant les lèvres de cette incision ou en enlevant le lambeau externe, on met à découvert les muscles moteurs des rayons, qui présentent une structure très particulière, dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Le siège exact de nos deux Myxosporidies est impossible à déterminer par l'examen à l'œil nu, mais avec un peu d'habitude, on arrive facilement à les distinguer l'une de l'autre. Toutes deux se présentent sous forme de petites vésicules allongées, dont la couleur blanche tranche nettement sur la teinte du tissu. Mais les vésicules du *Chloromyxum* sont plus grosses, plus faciles à apercevoir : la *Glugea*, au contraire, présente toujours une forme beaucoup plus effilée ; c'est le plus souvent une ligne blanche extrêmement fine, beaucoup moins visible et que l'on apprend vite à reconnaître.

Sur des coupes, on constate que la *Glugea acuta* siège exclusivement dans le tissu conjonctif, où elle se présente avec des caractères qui rappellent tout à fait ceux de l'espèce précédente.

Quant au *Chloromyxum*, nous le retrouverons à propos des Myxosporidies des muscles.

Tissu conjonctif du rein.

Les Myxosporidies qui habitent les tubes urinifères, ne sont pas les seules que l'on puisse observer dans le rein. D'autres espèces envahissent fréquemment le tissu conjonctif de cet organe. Tels sont la plupart des *Myxobolus*, et un *Myxidium* (*M. histophilum*), et enfin, la *Glugea gigantea* qui, dans le seul cas où je l'ai observée, constituait une masse parasitaire énorme, dont le développement semblait avoir débuté au niveau du tissu conjonctif du rein. Un fait digne de remarque, c'est que je n'ai jamais trouvé dans ces conditions aucun des parasites des tubes rénaux, et cependant quelques-uns d'entre eux peuvent se montrer dans le tissu conjonctif et nous aurons plus loin l'occasion d'étudier dans celui de l'ovaire, chez l'Épinoche et l'Épinochette, la *Sphaerospora elegans* et les *Henneguya brevis* et *media* qui, comme on l'a vu, sont très fréquentes chez les mêmes hôtes, dans les tubes du rein.

Par contre, je n'ai jamais rencontré dans ceux-ci l'organisme dont je vais maintenant m'occuper.

Les *Myxobolus*, dont j'ai déjà fait remarquer la large distribution dans les différents organes des Poissons, sont très fréquents dans le tissu conjonctif du rein, où ils se montrent plus souvent peut-être que partout ailleurs. J'y ai observé les espèces suivantes :

Myxobolus ellipsoïdes — rein de la Tanche.

» *piriformis* — rein de la Tanche.

» *oviformis* — rein du Goujon.

» *Mülleri* — rein du Chevaine, du Vairon, etc.

» *exiguus* — rein du *Mugil chelo*.

» *Pfeifferi* — rein du Barbeau.

Elles se montraient presque toujours à l'état d'infiltration diffuse, et on trouvait les spores disséminées, çà et là, entre les éléments du tissu, en nombre plus ou moins considérable.

Le plus souvent discrète, l'infection peut être très marquée, comme c'était le cas, par exemple, dans le rein du Barbeau, dont un fragment est représenté dans la figure 65 (Pl. VII).

Le tissu avait subi une véritable dissociation par suite de la présence des spores dans les intervalles de ses éléments ; mais, en dehors de cette lésion purement mécanique, il n'offrait aucune altération, aucune trace de dégénérescence. On remarquait, en outre, l'intégrité absolue des tubes urinaires (*l*, *ll*).

Ce cas peut servir de type pour l'étude de nos organismes à l'état d'infiltration : il suffit, par exemple, de comparer cette figure à la figure 79, pour se rendre compte des différences profondes qu'ils peuvent présenter dans leur manière de se comporter au sein des tissus.

Je n'insisterai pas davantage sur ces faits : les autres *Myxobolus* que j'ai cités plus haut, revêtent à peu près constamment dans le tissu du rein des caractères absolument identiques. Il est rare, toutefois, de trouver l'infection aussi accusée qu'elle l'était chez le Barbeau dont le rein m'a fourni la préparation que je viens de décrire.

Je dois pourtant signaler deux exceptions, que j'ai observées à propos de *M. ellipsoïdes* et *piriformis*, dans le rein de la Tanche. Ces parasites se montrent d'ordinaire à l'état d'infiltration dans les mêmes conditions que les autres espèces, *M. Pfeifferi*, par exemple, et le tissu de l'organe ne présente pas d'altération perceptible à l'œil nu.

Dans quelques cas, au contraire, j'ai trouvé le rein rempli d'une très grande quantité de petites granulations jaunâtres, tout à fait semblables à celles que j'ai décrites plus haut, dans le tissu du foie (1). C'était, d'ailleurs, chez les mêmes individus, que ces organes présentaient cette altération, qui s'étendait également à la rate comme on le verra plus loin.

Ces granulations jaunes présentaient dans le rein les mêmes caractères que dans le foie : leurs dimensions étaient identiques, elles étaient composées des mêmes cellules à noyau compact et à protoplasma très finement granuleux ; enfin, on y trouvait également le *Coccidium minutum* et les *Myxobolus ellipsoïdes* et *piriformis*.

Je crois inutile d'entrer dans plus de détails à propos de ces productions, la description que j'ai donnée de celles du foie, s'appliquant de tout point à celle du tissu rénal.

À propos du *Myxobolus piriformis*, je dois noter que je l'ai trouvé une fois sous la forme d'un véritable kyste, consistant en un amas

(1) Voir la note de la page 159.

de spores entouré d'une épaisse enveloppe fibreuse, et rappelant tout à fait l'aspect du *Myxidium histophilum*, dont je vais maintenant m'occuper.

Je n'ai observé ce parasite que dans le rein du Vairon; M. le professeur BALBIANI l'avait également rencontré dans le même organe; chez le Gardon, comme j'ai pu le constater sur des dessins inédits que mon savant maître a bien voulu me communiquer. Il semble assez rare et je ne l'ai trouvé qu'un très petit nombre de fois. Il forme, dans le tissu conjonctif, de petites granulations blanchâtres, pouvant atteindre 0^{mm},5. Ce sont de véritables kystes, entourés d'une couche de tissu fibreux qui leur forme une enveloppe assez épaisse (5-6 μ .).

Quant à la *Glugea*, je ne l'ai trouvée qu'une seule fois chez un *Crenilabrus melops*. Elle se présentait, comme on va le voir, dans des conditions très particulières, mais je crois devoir rapprocher ce fait des précédents, parce que dans ce cas, l'infection semblait avoir débuté dans le tissu conjonctif du rein.

Le Crénilabre chez lequel j'ai fait cette observation (Rescoff, août 1892), était de petite taille et ne mesurait que 10 cent. de longueur. L'attention était immédiatement attirée par le volume relativement énorme de l'abdomen, qui donnait absolument à l'animal l'aspect d'une femelle prête à pondre. En l'ouvrant sur la ligne médiane ventrale, je vis immédiatement saillir une grosse masse d'un blanc de lait, présentant à sa surface quelques arborisations vasculaires. Après avoir enlevé la paroi abdominale du côté droit, on pouvait constater que la partie inférieure de la cavité était occupée dans toute sa longueur par cette masse, tandis qu'un peu plus haut on trouvait les organes digestifs qu'elle avait refoulés en haut et à droite. Ceux-ci ne présentaient d'ailleurs aucune adhérence avec la masse et s'en laissaient détacher facilement. La vessie natatoire avait également été refoulée à droite; après l'avoir détachée, on apercevait le rein, très augmenté de volume, ramolli, et en continuité avec la tumeur abdominale sur la plus grande partie de sa longueur.

L'examen, au microscope, de fragments de tissu rénal permettait de reconnaître dans le tissu conjonctif de l'organe, une abondance extrême de spores de *Glugea gigantea*: la tumeur elle-même, de consistance assez molle, laissait écouler si on l'incisait, un liquide

blanc assez épais, analogue à celui signalé par GLUGE pour les kystes de la *Glugea microspora* et dans lequel on trouvait aussi des spores en très grand nombre.

Cette énorme masse parasitaire, qui semblait avoir débuté par l'invasion du tissu conjonctif du rein, une fois séparée de ce dernier organe atteignait le poids de 6 gr., 5 ; le poids du Poisson, après son ablation, n'étant que de 9 grammes.

Sur les coupes, elle se montrait constituée par une charpente conjonctive, circonscrivant des sortes de loges de dimensions très variables et remplies par des spores, avec seulement, dans quelques-unes, des restes insignifiants de protoplasma.

TISSU MUSCULAIRE.

On a cru pendant longtemps que les Myxosporidies n'envahissent jamais le tissu musculaire. Dans leurs ouvrages classiques, MM. BALBIANI et BÜTSCHLI considéraient ce fait comme une particularité constante et caractéristique du mode de distribution de ces parasites, dans les organes de leurs hôtes.

Depuis lors, des observations assez nombreuses sont venues démontrer qu'en réalité, le tissu musculaire, loin d'être à l'abri des atteintes de nos organismes, constitue, au contraire, un terrain très favorable à leur développement et représente même le siège exclusif de certaines espèces.

Les Myxosporidies des muscles se rencontrent aussi bien chez les Invertébrés (Arthropodes) que chez les Vertébrés (Téléostéens, Batraciens, Reptiles).

Les unes semblent à peu près inoffensives ; d'autres, au contraire, sont le point de départ de lésions particulières et peuvent devenir d'une façon plus ou moins directe, les agents de maladies meurtrières.

Telle est par exemple l'épidémie, qui, dans ces dernières années, a sévi avec une remarquable intensité sur les Barbeaux d'un grand nombre de rivières de France et d'Allemagne et qui était due, comme nous le verrons, à l'infection des muscles par le *Myxobolus Pfeifferi* compliquée, il est vrai, par l'action nocive de certains microbes.

M. HENNEGUY a été le premier à observer ces parasites musculaires. Dès 1888, en effet, il signalait dans les muscles du *Palæmon rectirostris* et du *P. serratus*, l'organisme auquel il a depuis donné le nom de *Thelohania octospora*; mais, à ce moment, il ne croyait pas avoir affaire à une véritable Myxosporidie, la nature exacte de ce parasite n'ayant été reconnue que plus tard.

L. PFEIFFER (4) en 1890, montra que, dans la maladie des Barbeaux, dont l'origine myxosporidienne avait été reconnue dès 1889 par le professeur LUDWIG, le processus débute le plus souvent par l'envahissement des fibres musculaires; le même auteur signalait également, dans les muscles du Syngnathe, l'existence d'un parasite observé d'abord par PEKELHARING et dont j'ai pu reprendre l'étude: il s'agissait du *Chloromyxum quadratum*.

En 1891, je signalais moi-même dans les muscles du *Cottus scorpius* et du *Callionymus lyra* (5) la présence de deux organismes que je reconnus plus tard pour des Myxosporidies (*Glugea destruens* et *Pleistophora typicalis*).

La même année, GARBINI trouva chez le *Palæmonetes varians*, un parasite des muscles très voisin des *Thelohania*, et, dans la Grenouille, un autre parasite qui, très probablement, doit aussi être considéré comme une Myxosporidie. Il en est de même, comme je l'ai dit plus haut, des formes analogues observées par DANILEWSKY chez la Grenouille, l'*Emys lutraria* et le Lézard.

En 1892, nous reprenions en collaboration, M. HENNEGUY et moi, l'étude du parasite des Palémons, et nous constatons qu'il s'agissait bien d'une Myxosporidie, en même temps que nous signalions la présence d'organismes voisins dans les muscles de l'Écrevisse et du *Crangon vulgaris*.

Enfin, parmi les Myxosporidies qui peuvent envahir les muscles, il faut citer la *Glugea bombycis*, que l'on trouve fréquemment au sein des faisceaux musculaires des Vers à soie pébrinés.

On voit que ces Myxosporidies des muscles peuvent appartenir à des types assez différents (*Myxobolus*, *Myxidium*, Glugéidées). On peut les ranger en deux catégories, les unes pouvant se montrer dans d'autres tissus (*Myxobolus*, *Glugea bombycis*), les autres se développant exclusivement dans les muscles striés (*Myxidium quadratum*, *Glugea destruens*, *Thelohania*).

A un autre point de vue, il y a lieu d'établir une distinction entre certaines espèces, dont la présence entraîne la dégénérescence des faisceaux primitifs envahis, et d'autres, qui ne déterminent dans ces éléments que des désordres purement mécaniques.

Je m'occuperai d'abord de ces dernières. Elles peuvent se présenter sous deux états différents, l'une rappelant la forme kystique, l'autre se rapportant à l'infiltration. Comme dans le tissu conjonctif, on observe ici des intermédiaires entre ces deux dispositions : certaines espèces peuvent indifféremment offrir l'un ou l'autre aspect.

Les *Thelohania* et le *Pleistophora typicalis* GURLEY se trouvent toujours à l'état d'infiltration entre les fibrilles du faisceau primitif qui sont écartées et dissociées, mais dont la striation demeure toujours parfaitement nette (Pl. IX, fig. 127, 132, 134).

La deuxième espèce, que j'ai rencontrée d'abord à Concarneau, chez le *Cottus scorpius*, peut se montrer également chez le *Blennius pholis* (Roscoff) et chez l'Épinochette (Rennes).

Chez les individus contaminés, la présence du parasite se reconnaît facilement. On aperçoit, en effet, sous la peau, le plus souvent au niveau des parois de la cavité abdominale, de petites taches blanches, allongées, mesurant de 2 à 5^{mm} de longueur sur 0^{mm}, 5 à 1^{mm} de largeur, quelquefois isolées, assez souvent réunies par groupes de cinq ou six.

Après avoir enlevé la peau, on reconnaît que ces taches sont dues à la présence de petits corps cylindriques ou fusiformes, d'un blanc opaque, plongés au sein des masses musculaires et dirigés parallèlement aux faisceaux. Sur une section transversale du muscle, on voit de petits espaces blancs arrondis, répondant à la coupe de ces productions; si l'on exerce une certaine pression sur le muscle, on voit celles-ci faire saillie au niveau de la surface de section et sortir du tissu à la manière du contenu d'un comédon, sous forme de petits cylindres blancs et opaques.

En examinant au microscope des coupes longitudinales de fragments musculaires comprenant ces taches, on reconnaît que chacun des petits cylindres est constitué par un faisceau primitif, dont le volume se trouve considérablement augmenté par suite de la présence entre ses fibrilles d'un nombre énorme d'éléments étrangers, sortes de petits kystes sphériques mesurant en moyenne 15 μ de diamètre. Ceux-ci représentent le *Pleistophora*: ils sont disséminés sans

ordre, plus ou moins espacés suivant les points que l'on observe et interposés aux fibrilles qui s'écartent et se contournent pour les loger dans leurs intervalles, sans présenter jamais d'altération dans leur structure et sans qu'on cesse d'observer nettement leur striation (Pl. IX, fig. 133, 134).

Ce parasite semble parfaitement supporté par ses hôtes. Dans tous les cas où je l'ai observé, les faisceaux infestés étaient d'ailleurs en très petit nombre.

Pour les *Thelohania*, au contraire, l'infection est ordinairement beaucoup plus accentuée et susceptible de se généraliser à tous les muscles, de telle sorte que le nombre de faisceaux primitifs envahis est au moins égal à celui des faisceaux sains.

Avec M. HENNEGUY, nous avons observé trois espèces se rapportant à ce genre :

1. *Thelohania octospora* (HENN.), muscles du *Palæmon rectirostris* et du *P. serratus*.
2. *Thelohania Giardi* (HENN.), muscles du *Crangon vulgaris*.
3. *Thelohania Contejeani* (HENN.), muscles de l'Écrevisse.

C'est surtout la première que nous avons pu étudier, grâce à son extrême fréquence chez les *P. rectirostris* des marais salants du Croisic. Nous n'avons eu à notre disposition qu'un seul individu de *Crangon* envahi par la seconde espèce : mais il nous a permis de constater certains phénomènes de développement, sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir. Enfin, pour la troisième espèce, nos matériaux se bornaient à des pièces fixées, sur lesquelles nous n'avons pu faire que des observations assez incomplètes.

Comme toutes les Myxosporidies des muscles, les *Thelohania* donnent aux faisceaux dans lesquels elles se développent, une coloration d'un blanc opaque, qui tranche nettement sur l'aspect normal du tissu.

Aussileur présence se reconnaît-elle facilement chez les Palémons, dont la transparence bien connue, disparaît pour faire place à une teinte d'un blanc opaque très légèrement jaunâtre, rappelant l'aspect de la craie ou de la porcelaine. Cette opacité et cette coloration sont limitées aux régions dont les muscles sont envahis et elles varient d'étendue avec le degré de l'infection ; réduites parfois à quelques stries blanches, dans un ou deux anneaux de l'abdomen, elles peuvent,

au contraire, s'étendre au corps tout entier. Toutefois, même chez les individus les plus atteints, la transparence normale persiste toujours en un point du céphalothorax répondant au cœur et à l'estomac.

Chez le Crangon (*C. vulgaris*), en raison de la transparence normalement moins parfaite et de la pigmentation plus accentuée du tégument, la modification de l'aspect est moins frappante, mais elle existe assez nettement pour permettre de reconnaître sans aucune difficulté, les exemplaires infestés. Enfin, chez l'Écrevisse, ceux-ci se reconnaissent à l'opacité et à la coloration blanche, que présentent à la face inférieure de l'abdomen, les intervalles membraneux des anneaux.

Il est bien évident qu'une infection aussi intense et aussi généralisée que celle que peuvent provoquer les *Thelohania*, ne peut manquer de retentir d'une façon fâcheuse sur l'organisme de leurs hôtes et, en particulier, sur les fonctions de leur système musculaire.

Et, en effet, chez les Crustacés qui présentent ces parasites, l'énergie des mouvements se montre considérablement diminuée.

Ce fait, signalé chez le *P. rectirostris*, par M. HENNEGUY, dès 1888, est très facile à constater : dans les ruisseaux des marais salants, on remarque immédiatement l'agilité moins grande des Palémons blancs. Une expérience bien simple permet également de s'en rendre compte : si on place dans une cuvette des individus sains et des individus opaques, au bout de quelques heures, les premiers ont presque tous sauté hors du récipient et se retrouvent dispersés sur le sol à une distance plus ou moins grande du vase, tandis que les seconds y sont encore tous ou n'ont réussi qu'à venir se coller aux parois de la cuvette pour peu que la hauteur de celle-ci ait exigé des prisonniers un bond de quelque étendue pour arriver au dehors.

Cette diminution de l'énergie des mouvements semble d'ailleurs toute naturelle, quand on s'est rendu compte de l'intensité avec laquelle l'infection peut atteindre le système musculaire tout entier.

Nous avons de plus constaté que parmi les *P. rectirostris*, atteints par notre organisme, on ne trouvait jamais de femelles chargées d'œufs. Peut-être s'agit-il d'un nouvel exemple de ces phénomènes si remarquables, découverts par M. le professeur GIARD, et désignés par lui sous le nom de *castration parasitaire*.

Les individus malades ne résistent pas d'ailleurs pendant bien longtemps. Ils paraissent tous succomber vers la fin de l'automne. Le moment où l'on trouve le plus de Palémons malades est la fin de l'été : du 15 juillet au 15 août environ. A partir de septembre, leur nombre commence à diminuer et, à partir du 15 novembre, on n'en rencontre plus un seul, et cela jusqu'à vers la fin de mars ou les premiers jours d'avril, où la maladie commence à réapparaître.

De même la *Th. Contejeani*, semble amener parmi les Écrevisses une mortalité considérable et avoir joué un rôle fort important dans l'épidémie qui, dans ces dernières années, a causé la disparition presque complète de ces animaux dans un grand nombre de cours d'eau de l'est de la France.

Si, dans ces Crustacés infectés, on examine au microscope un fragment de muscle blanc et opaque, on constate dans le tissu la présence d'éléments étrangers dont il est facile de reconnaître la nature parasitaire. A un faible grossissement, on aperçoit immédiatement à côté de faisceaux primitifs normaux des espaces allongés, parallèles à ces faisceaux et présentant un aspect tout spécial. Ces espaces, examinés à la lumière transmise, tranchent sur le tissu sain par leur opacité ; ils semblent remplis par une substance particulière finement granuleuse et leur nombre varie avec l'intensité de l'infection. A l'aide d'un grossissement suffisant, on constate que chacun d'eux répond à un faisceau primitif, dont l'aspect est profondément modifié et dont les dimensions transversales sont un peu augmentées par suite de la présence entre les fibrilles d'éléments parasitaires, petites sphères réfringentes de 10μ (*Th. octospora*) ou 14μ (*Th. Giardi*) de diamètre. Celles-ci sont interposées aux fibrilles qui sont ainsi écartées et dissociées comme dans les muscles envahis par le *Pleistophora*. Comme dans ce dernier cas, les fibrilles ne sont le siège d'aucune altération sensible ; quelquefois, cependant, en raison de la distension trop considérable à laquelle elles sont soumises, elles peuvent présenter des ruptures ; mais, même dans ces conditions, leur striation demeure parfaitement nette.

Ces faits sont surtout faciles à apprécier sur des coupes longitudinales des faisceaux musculaires infectés (Pl. ix, fig. 127).

Le *Myxidium quadratum* est également un parasite des faisceaux primitifs, mais il s'y rencontre dans des conditions qui dif-

fèrent assez notablement de ce que nous venons d'observer chez les *Thelohania* et le *Pleistophora*.

Cet organisme a été signalé pour la première fois par PFEIFFER, dans les muscles de la nageoire dorsale du *Syngnathus* où il avait été découvert par PEKELHARING, puis dans les muscles du *Trachurus trachurus*. Je l'ai également observé chez le *Syngnathus acus* et l'*Entelurus aequoreus* (Roscoff, Concarneau), tant dans les muscles de la dorsale que dans ceux des parois du corps; dans ceux du *Callionymus lyra* (Roscoff) et du *Julis vulgaris* (Marseille).

Il forme au sein des masses musculaires de petites tumeurs d'un blanc de lait, tout à fait comparables à celles produites par le *Pleistophora*; chez le Callionyme, à cause de la transparence des téguments, on peut les apercevoir sur l'animal intact.

Sur des coupes des muscles au niveau des points envahis, on constate que le parasite siège comme précédemment dans les faisceaux primitifs; mais ici, au lieu de se montrer à l'état d'infiltration entre les fibrilles, il se présente en général sous un amas des pores, occupant la partie centrale du faisceau; le diamètre transversal de celui-ci est plus ou moins augmenté, les fibrilles sont repoussées vers la périphérie, où elles subissent une sorte de tassement, à la suite duquel elles retiennent plus fortement les matières colorantes. Dans la plupart des cas, le parasite forme ainsi une masse unique, rappelant l'aspect d'un kyste. Quelquefois, pourtant, j'ai observé dans cette masse, une sorte de cloisonnement dû à la persistance de fibrilles dans la partie centrale du faisceau; enfin, dans quelques coupes, à la périphérie de l'amas de spores, on pouvait observer une véritable infiltration parasitaire entre les fibrilles. Jamais celles-ci ne présentaient aucune trace de dégénérescence et leur striation était nettement reconnaissable (Pl. ix, fig. 99).

Dans les muscles de la dorsale du *Syngnathus*, le *Myxidium quadratum* se montre dans des conditions identiques; les préparations présentent seulement un aspect un peu différent, à cause de la structure spéciale de ces muscles. Je crois inutile d'insister ici sur ce sujet, et d'entrer dans une description détaillée de ce cas particulier, la nature des rapports du parasite et du tissu restant absolument identique.

Dans le cœur de la Sardine, j'ai observé deux fois une *Glugea* (*Gl. acuta*) qui envahit aussi les faisceaux primitifs et qui, comme l'espèce précédente, peut se montrer dans ces éléments tantôt à l'état

d'infiltration entre les fibrilles, tantôt sous forme d'amas de spores plus ou moins considérables sans interposition d'éléments musculaires. Ce parasite forme de petites taches d'un blanc un peu jaunâtre, de 0^{mm},5 à 1^{mm} de diamètre et facilement reconnaissables ; leur siège le plus fréquent m'a semblé être la face antérieure du ventricule.

Enfin, dans beaucoup de Vers à soie pébrinés, on constate une infection plus ou moins marquée des muscles par *Glugea bombycis*, qui s'y montre à l'état d'infiltration diffuse. Comme les précédentes, cette espèce semble n'amener que des désordres purement mécaniques dans les faisceaux qu'elle occupe. Au contraire, les Myxosporidies dont je vais maintenant m'occuper, entraînent d'une façon plus ou moins précoce, mais absolument constante, la dégénérescence de ces éléments.

L'une de ces espèces est encore un parasite exclusif des muscles (*Glugea destruens*) ; les autres peuvent se développer dans les tissus différents et appartiennent au genre *Myxobolus*.

La *Glugea destruens* se rencontre dans les muscles du *Callionymus lyra* (Roscoff, Concarneau). On reconnaît sa présence à l'existence de petites taches blanches, visibles à travers les téguments, et tout à fait analogues, dans ces conditions, à celles que produit le *Pleistophora*.

Comme dans le cas de ce dernier, l'examen microscopique permet de reconnaître que chacune de ces taches répond à un faisceau primitif envahi par le parasite. Mais ici, ce dernier se montre sous un aspect très différent, rappelant tout à fait celui des kystes de la *Glugea microspora*, sauf qu'il n'existe pas de différenciation membraniforme de la zone externe du protoplasma. Celui-ci, très finement granuleux, occupe la périphérie de la masse parasitaire dont la partie centrale est constituée par un amas de spores.

Mais ce qui frappe surtout dans les faisceaux renfermant la *Glugea destruens*, ce sont les altérations qu'ils présentent. Dans certains cas, on trouve, il est vrai, cet organisme environné par des fibrilles ayant conservé leurs caractères normaux, ce qui est dû, sans doute, à la date récente de l'infection (Pl. ix, fig. 121, *r*). L'élément musculaire envahi est, au contraire, presque toujours frappé de dégénérescence vitreuse. A la place des fibrilles on ne trouve plus que des blocs irréguliers d'une substance incolore et réfringente à l'état frais et qui, sur les coupes, retient fortement les couleurs d'aniline (fig. 120, 121, *d*).

Il est facile, en examinant un certain nombre de préparations, de constater que cette altération débute autour du parasite et gagne, de proche en proche, toute l'étendue du faisceau.

Celui-ci ne tarde pas alors à être envahi par des cellules phagocytaires qui font disparaître les produits de la dégénérescence, et bientôt la place de l'élément détruit se montre occupée par du tissu conjonctif.

Les spores, dernier vestige de l'évolution du parasite, sont enveloppées par ce tissu de nouvelle formation, qui leur forme une sorte d'enveloppe kystique. Il s'agit, comme on le voit, d'une véritable guérison spontanée de la lésion primitive.

Nous verrons d'ailleurs, que dans les cas où, comme chez le Barbeau, par exemple, la dégénérescence des muscles produite par les Myxosporidies est le point de départ d'un processus pathologique différent, l'action de nos parasites n'est plus seule en cause.

Comme je l'ai indiqué plus haut, un certain nombre de *Myxobolus* dont j'ai déjà eu l'occasion de signaler la présence dans d'autres tissus, peuvent également se montrer dans les muscles.

Quelquefois, j'ai trouvé de ces parasites dans des faisceaux non altérés. Mais ici, de même que dans les cas analogues que j'ai cités, à propos de la *Glugea destruens*, je crois que ce fait était dû au peu d'intensité et à la date récente de l'infection.

La dégénérescence des faisceaux primitifs me semble, au contraire, devoir être considérée comme un résultat constant de l'envahissement de ces éléments par les *Myxobolus*.

Les espèces de ce genre que j'ai observées dans le tissu musculaire sont les suivantes, qui se montraient toujours également dans le tissu conjonctif, les épithéliums, etc.

M. ellipsoides (Tanche),

M. inaequalis (Ablette),

M. Pfeifferi (Barbeau).

M. le Dr PFEIFFER a également signalé un *Myxobolus* d'espèce indéterminée dans les muscles du Brochet; tout récemment, il a bien voulu me faire parvenir des préparations relatives à la présence du *Myxobolus inaequalis* dans les mêmes conditions chez le *Phoxinus phoxinus*.

Je ne relaterai ici que les observations que j'ai pu faire à propos du *Myxobolus Pfeifferi*. Pour les autres, en effet, je n'ai guère fait que constater leur présence dans les muscles, et les lésions, qu'elles y déterminent, ne présentent aucune particularité digne d'être notée.

Le *M. Pfeifferi* au contraire, très largement réparti dans les différents organes, est en même temps l'espèce de ce genre qui envahit le plus souvent le tissu musculaire. Par suite de l'abondance avec laquelle il s'est multiplié depuis quelques années, ce parasite a donné lieu, chez les Barbeaux, à une véritable épidémie des plus meurtrières, dont la pathogénie constitue l'un des points les plus intéressants de l'histoire des Myxosporidies. Les accidents les plus graves ayant pour point de départ l'infection musculaire, il me semble naturel de présenter, à propos de celle-ci, une étude d'ensemble de la maladie.

M. RAILLIET en 1890 (3), a exposé avec soin les principaux traits de son histoire. D'après le savant professeur d'Alfort, elle aurait fait sa première apparition dans la Moselle vers la fin de 1870; et à partir de cette époque, on aurait constaté à maintes reprises la mort de grandes quantités de Poissons, particulièrement pendant l'été.

De 1883 à 1885, cette épidémie a commencé à sévir dans la Meuse.

En 1884, elle atteignait son maximum d'intensité : la Meuse était couverte de cadavres et, à Mézières seulement, on enterrait parfois jusqu'à 100 kilogrammes de Barbeaux par jour. Quelques-uns de ces Poissons ayant été envoyés à l'école d'Alfort, MM. NOCARD et RAILLIET reconnurent la nature myxosporidienne de l'affection à laquelle ils avaient succombé.

Dans la Moselle, M. MÉGNIN en France (1886), et le professeur H. LUDWIG en Allemagne (1889), ont fait des observations analogues. Ce dernier auteur mentionne en outre l'existence de Poissons malades dans le Rhin, au-dessous de l'embouchure de la Moselle et il a constaté que l'épidémie n'attaquait pas seulement les Barbeaux, et qu'elle sévissait également sur les Perches, chez lesquelles elle est toutefois beaucoup plus rare.

Depuis, M. PFEIFFER l'a étudiée dans la Moselle chez ces deux espèces et chez le Brochet (6).

En 1889, les Barbeaux de l'Aisne, près de Reims, ont été également atteints (RAILLIET). Enfin, à partir de la même époque, cette maladie s'est montrée avec une grande intensité aux environs de Paris, dans la Marne d'abord, puis dans la Seine.

J'ai pu me procurer aux Halles un certain nombre de Barbeaux infestés, qui m'ont permis de confirmer et de compléter sur quelques points, les observations des auteurs que je viens de citer.

INFLUENCE DE LA SAISON.

Les caractères extérieurs de la maladie ont été bien décrits par MM. RAILLIET et LUDWIG.

Il est, en général, facile de distinguer les Poissons malades. Ils sont moins vifs qu'à l'état normal, leurs forces paraissent considérablement diminuées, et au lieu de se tenir comme d'ordinaire dans les régions où le courant est le plus rapide, ils recherchent les endroits calmes et abrités. Plus tard, on les voit venir flotter à la surface, couchés sur le flanc ou le ventre en l'air : si on cherche à les saisir, ils reprennent leur position normale et se dirigent vers le fond : mais c'est là un effort dont ils cessent bientôt d'être capables, et ils finissent par se laisser prendre à l'aide d'une épuisette ou même à la main. Arrivés à cette période, ils ne tardent pas, d'ailleurs, à succomber et l'on trouve des cadavres en grand nombre flottant à la surface des cours d'eau contaminés.

Le signe le plus apparent de la maladie consiste en des tumeurs de volume variable, susceptibles de s'ulcérer et qui peuvent se montrer en n'importe quel point de la surface du corps, sauf cependant au niveau de la tête où je ne sache pas qu'on en ait jamais observé.

Leur nombre n'a rien de régulier : on n'en trouve parfois qu'une seule, d'autres fois quatre, cinq et même plus chez le même individu.

Elles débutent par une petite saillie à peine appréciable, sans aucune modification dans l'aspect des téguments. Peu à peu, cette saillie augmente de volume, en conservant une forme hémisphérique ou ovoïde et le relief qu'elle forme à la surface du corps peut égaler et même dépasser celui de la moitié d'un œuf.

Cet accroissement s'accompagne d'altérations de la peau qui se trouve distendue de telle sorte que les écailles sont dérangées, écartées les unes des autres. Au sommet de la tumeur, elles finissent par tomber sur une étendue plus ou moins considérable. Le derme, ainsi mis à nu, présente une teinte rougeâtre, avec des arborisations vasculaires plus ou moins développées ; il est souvent le siège de véritables ecchymoses.

La tuméfaction n'est jamais nettement limitée : elle se confond insensiblement avec les parties voisines, qui présentent elles-mêmes

un gonflement œdémateux assez accentué. Dans les cas de tumeurs multiples, ce gonflement peut s'étendre au corps tout entier : et il en résulte, suivant la remarque de M. le professeur RAILLET, que « la plupart des sujets fortement envahis, sont d'un poids bien inférieur à ce que semble indiquer leur apparence extérieure ».

En même temps qu'elles s'accroissent, les tumeurs présentent des modifications sensibles au point de vue de leur consistance : elles deviennent en effet molles, et fluctuantes ; cette fluctuation, dans beaucoup de cas, est assez nette pour permettre de reconnaître l'existence d'une collection liquide.

Celle-ci, une fois constituée, ne tarde pas à se faire jour à l'extérieur : la peau s'ulcère sur une étendue plus ou moins considérable, et il s'écoule, par l'ouverture ainsi produite, une matière puriforme, sorte de sanie d'un blanc jaunâtre et d'aspect grumeleux, souvent marquée de stries sanguinolentes.

Il s'agit, comme on le voit, de véritables abcès, dont nous avons maintenant à rechercher l'origine et à étudier l'évolution.

Si l'on incise profondément les tissus au niveau d'une de ces productions encore peu développée, on rencontre au sein des masses musculaires, à une distance variable de la peau qui est absolument normale, une masse d'un blanc très légèrement jaunâtre à contours irréguliers et mal limitée.

L'opacité et l'aspect caséeux de cette masse la rendent facile à distinguer au milieu du tissu environnant.

Si, au moyen d'un scalpel, on en détache un fragment et qu'on l'examine au microscope, on trouve dans la préparation de nombreuses spores du *Myxobolus Pfeifferi* et on constate, comme PFEIFFER l'a observé le premier, que le parasite siège à l'intérieur des faisceaux primitifs dont il amène la dégénérescence.

Ces derniers présentent alors un aspect analogue à celui que j'ai décrit à propos de la *Glugea destruens*. Pourtant, les éléments parasitaires sont ici plus disséminés ; en outre, parmi les masses de matière amorphe et réfringente résultant de l'altération vitreuse de la substance musculaire, on trouve souvent un grand nombre de corpuscules de couleur jaune, dont je n'ai jamais vu trace dans les muscles du Callionyme envahis par la *Glugea*, et qui semblent représentés par des gouttes de graisse.

Le processus dégénératif ne frappe pas d'emblée tout le faisceau, et pendant un certain temps, on voit des segments altérés, séparés par des portions de tissu qui ont conservé l'aspect normal et sur lesquelles la striation se montre encore avec une netteté parfaite (fig. 5, *n*).

En pratiquant des coupes de ces muscles infestés après fixation et durcissement, on peut se rendre compte, d'une façon plus complète et plus précise, de la nature et de la marche des lésions.

Sur des préparations obtenues par cette méthode, on trouve, comme à l'état frais, un certain nombre de faisceaux primitifs envahis par le *Myxobolus* et frappés de dégénérescence.

Celle-ci, limitée d'abord aux points occupés par le parasite, se montre sous forme d'îlots disséminés, séparés par des segments plus ou moins considérables de substance musculaire, dont l'aspect normal est absolument conservé (Pl. VIII, fig 68, *n*). Plus tard, l'altération, s'étendant de proche en proche, finit par gagner le faisceau primitif tout entier, et se retrouve dans des parties de ces éléments où la Myxosporidie ne paraît pas avoir pénétré; au contraire, les faisceaux primitifs voisins, non infestés, semblent échapper au processus, et l'on rencontre fréquemment un faisceau dégénéré entouré de faisceaux sains (fig. 66, 67).

Comme on le constate sur les préparations fraîches, l'altération subie par les faisceaux primitifs sous l'influence du parasite, présente tous les caractères de la dégénérescence séreuse ou dégénérescence de Lenker; toute trace de striation a disparu, et la substance musculaire est fragmentée et réduite à l'état de blocs irréguliers formés d'une substance homogène, d'aspect vitreux, fortement réfringente; dans leurs intervalles, on trouve çà et là, des spores en nombre plus ou moins considérable.

Les éléments musculaires ainsi mortifiés ne tardent pas à provoquer une véritable réaction inflammatoire; le tissu conjonctif voisin devient le siège d'une abondante infiltration cellulaire (myosite interstitielle) et eux-mêmes sont envahis par de nombreuses cellules phagocytaires, sur l'origine et le rôle desquelles je reviendrai plus loin.

A partir de ce moment, l'évolution des productions parasitaires, que nous étudions, peut se faire dans deux directions absolument différentes, suivant que les Myxosporidies restent le seul agent pathogène ou que, au contraire, leur présence se complique d'une infection microbienne secondaire.

Dans le premier cas, on assiste à une véritable guérison spontanée; dans le second cas, le tissu malade devient le siège d'un processus de destruction, qui aboutit à la formation des abcès dont j'ai décrit plus haut les caractères extérieurs.

Si rien ne vient compliquer et aggraver les lésions dues au *Myxobolus*, on observe des phénomènes tout à fait analogues à ceux que j'ai signalés dans les muscles du Callionyme, dont la *Glugea destruens* a causé la dégénérescence. Seulement ces conditions se rencontrent rarement dans les muscles du Barbeau; aussi la réparation des lésions musculaires qui, comme nous l'avons vu, représente chez le Callionyme le mode de la terminaison normal du processus morbide, est-elle ici véritablement exceptionnelle.

On peut cependant l'observer et j'en ai rencontré quelques exemples.

Au point de vue qui nous occupe, il y a lieu de distinguer dans le faisceau dégénéré les parties où s'est développé le parasite, et qui se distinguent par le grand nombre de spores que l'on y trouve, et les parties où l'on constate, au contraire, l'absence de ces éléments, la lésion dégénérative ayant eu pour origine la présence du parasite en des points différents du faisceau (fig. 66.)

Dans ce dernier cas, les cellules ont pénétré dans le faisceau nécrosé, se multiplient rapidement, et à mesure que leur nombre augmente, on voit les débris musculaires diminuer et bientôt disparaître complètement.

En même temps, le périnysium que nous avons vu infiltré de nombreuses cellules, s'épaissit et s'hypertrophie: finalement la place du tissu dégénéré est occupée par du tissu fibreux.

Dans les points où se trouvent un grand nombre de spores, la substance musculaire nécrosée disparaît également sous l'action des cellules phagocytaires: mais la formation de tissu fibreux se borne à un épaississement du périnysium. Il se forme ainsi des espèces de travées conjonctives, séparant les espaces occupés par les spores et qui représentent les faisceaux primitifs disparus (fig. 69 l); quelques espaces renferment encore des débris musculaires (dg).

Peu à peu, ces travées augmentent d'épaisseur en même temps que leur tissu devient plus dense; elles constituent alors, autour de chaque espace, une sorte de coque fibreuse, qui tend à se rétrécir

de plus en plus. Il semble y avoir là un véritable enkystement du parasite comme il s'en produit autour des corps étrangers introduits dans les tissus (fig. 70).

Pendant que ces phénomènes se passent, l'irritation se propage, accompagnée d'une prolifération conjonctive des plus nettes, ayant pour résultat une sclérose des régions musculaires voisines, avec atrophie des faisceaux primitifs (fig. 69, *a*).

On voit qu'en somme, on se trouve en présence d'une guérison spontanée due à ce qu'à la place des éléments nécrosés, éliminés par phagocytose, il se produit une véritable cicatrice fibreuse dans laquelle les spores se trouvent pour ainsi dire emprisonnées.

Mais les faits de ce genre qui, je le répète, sont la règle chez le Callionyme, sont, au contraire, très rares chez le Barbeau et la plupart du temps, l'infection myxosporidienne des muscles aboutit ici à la formation d'abcès, par suite de circonstances que je vais maintenant étudier.

Dans le liquide sanieux, qui occupe la cavité de ces abcès, on trouve des lambeaux de tissu musculaire de dimensions variables, qui donnent au liquide un aspect granuleux et dont les plus gros peuvent atteindre le volume d'une noisette ; le microscope permet en outre, d'y constater l'existence d'un nombre immense de spores et une grande abondance de gouttes de graisse. On y rencontre aussi des débris de cellules méconnaissables, des globules sanguins plus au moins altérés, et enfin de petits corpuscules d'un jaune d'or, irréguliers de forme et fortement réfringents, dont il ne m'a pas été possible de déterminer exactement l'origine.

Cette espèce de fonte puriforme des productions myxosporidiennes n'est point le fait de nos parasites, dont l'action nocive se borne à produire la dégénérescence des faisceaux qu'ils envahissent : d'autres organismes entrent ici en jeu, des Bactéries ou des Microcoques, auxquels est due cette seconde phase de l'affection, de beaucoup la plus dangereuse pour le Poisson atteint.

Ces microbes se rapportent à deux formes distinctes.

La plus fréquente, est représentée par un très gros Bacille pouvant atteindre 7 et 8 μ de longueur ; on le voit tantôt isolé, tantôt réuni en colonies linéaires formées d'un petit nombre d'individus (fig. 74, *b*.) Cet organisme peut se distinguer sans trop de difficulté sur des préparations fraîches, mais le meilleur moyen

de s'assurer de sa présence, consiste à recourir à la méthode ordinaire des bactériologistes et de le colorer, après avoir étendu entre deux lamelles et soumis à la dessication, une gouttelette du liquide puisé aseptiquement dans la cavité de l'abcès. Il se colore facilement par le bleu de méthylène, la fuchsine, la safranine, le violet de gentiane.

Il se cultive très bien à la température ordinaire dans du bouillon, sur l'agar-agar ou la gélatine. Il liquéfie très rapidement cette dernière; sur la gélose, il donne de grosses colonies d'un blanc un peu jaunâtre; il est aérobie, et, ensemencé par piqûre, il ne se développe pas, ou seulement avec une grande lenteur, dans la profondeur du milieu nutritif. Inoculé à des Lapins, il produit sous la peau de petits abcès locaux très limités, qui guérissent très rapidement; l'injection de cultures pures dans la veine de l'oreille est parfaitement supportée (5^{cc}), il y a seulement un petit abcès sous-cutané au niveau de la piqûre.

Les circonstances ne m'ont pas permis de faire une étude complète de ce Bacille et, en particulier, de son rôle pathogène chez les Poissons. Pourtant, d'après ce que j'ai pu observer, c'est à lui qu'il faut attribuer le ramollissement des tumeurs myxosporidiennes des muscles du Barbeau.

PFEIFFER, en 1891, y avait déjà signalé la présence d'un Bacille qui présente avec celui-ci une grande ressemblance; mais, d'après l'auteur, ce Bacille serait mobile et muni d'un flagellum. Je n'ai pu, pour ma part, observer rien de semblable; il se pourrait donc qu'il s'agisse en réalité de deux espèces distinctes. PFEIFFER s'est d'ailleurs contenté de mentionner l'existence de l'organisme en question, dont le rôle pathogène, dans l'évolution des tumeurs du Barbeau, semble lui avoir complètement échappé. Ce microbe n'est d'ailleurs pas le seul que j'aie rencontré dans ces conditions. Beaucoup plus rarement, il est vrai, j'ai observé, tantôt en même temps que lui, tantôt seule, une autre espèce microbienne se présentant sous forme de *Coccus* tantôt isolés, tantôt réunis sous forme de *Streptococcus* ou de *Diplococcus*. Mes observations à son sujet sont malheureusement très incomplètes. Il m'a semblé jouer à peu près le même rôle que le précédent.

Ces deux organismes sont les seuls que j'aie observés dans le pus des abcès non encore ouverts. Quand l'ouverture a eu lieu, on trouve

dans la cavité une infinité de microbes différents, dans la production de la collection puriforme ; leur présence, facile à prévoir, d'ailleurs, résulte d'une infection secondaire de la plaie par les microorganismes de l'eau.

Se comportent-ils comme de simples saprophytes ou, au contraire, viennent-ils ajouter une action pathogène à celles des microbes qui ont déterminé la formation de l'abcès ? C'est une question que mes observations ne me permettent pas de résoudre. Il me semble cependant bien probable que certains d'entre eux, tout au moins, jouent un rôle actif dans la mortification ultérieure des tissus qui constituent la paroi de la cavité, et qu'ils contribuent à amener la mort des Barbeaux malades qui, dans la plupart des cas, ne survivent pas bien longtemps à l'ouverture des abcès et à l'infection qui en est la suite.

Je reviens maintenant aux microbes que l'on trouve dans les abcès en voie de formation. Je ne les ai jamais observés que dans les muscles atteints par les Myxosporidiés, jamais dans les autres organes.

Ils se trouvent non seulement dans le pus, mais aussi dans les tissus limitant la cavité qui contient ce liquide. En pratiquant des coupes à ce niveau, on trouve les muscles envahis par le *Myxobolus*, aux différents stades des processus de dégénérescence et de réparation que j'ai étudiés plus haut. Mais, dans tous les cas où les microbes ont envahi la tumeur, la guérison ne peut s'achever, la phagocytose demeure plus ou moins incomplète et la prolifération conjonctive, si elle a commencé à se produire, ne tarde pas à être entravée : le tissu musculaire et le tissu conjonctif mortifiés et pour ainsi dire digérés par l'action des sécrétions microbiennes, tombent en déliquium, et le liquide ainsi formé ne tarde pas à se faire jour à l'intérieur après destruction des téguments.

En examinant des coupes pratiquées dans la paroi de tumeurs dans lesquelles les lésions ne sont pas encore trop avancées, on peut suivre, pour ainsi dire pas à pas, la formation du pus et constater les différents stades de la destruction des tissus. La figure 71 donne une idée de l'aspect que revêtent ceux-ci au cours de leur destruction ; elle représente, vue à un fort grossissement, une portion d'une travée conjonctive prise dans une région de la paroi d'un abcès où l'invasion microbienne avait trouvé le tissu musculaire au stade des lésions myxosporidiennes, représenté dans la figure 69.

On voit qu'ici les caractères du tissu conjonctif sont devenus absolument méconnaissables : on n'a plus qu'une sorte de magma finement granuleux (*x*) dans lequel on distingue d'assez nombreux Bacilles, puis, çà et là, des gouttelettes de graisse, des globules colorables par la safranine (*g*) et enfin, quelques noyaux (*n*), dont on peut encore reconnaître la structure.

En résumé, on voit que la présence de Myxosporidies dans les faisceaux primitifs des muscles du Barbeau, amène la dégénérescence vitreuse de ces éléments ; les faisceaux dégénérés disparaissent sous l'action de cellules phagocytaires et leur place peut être finalement occupée par une véritable cicatrice fibreuse. Dans la plupart des cas, au contraire, certains microbes, trouvant dans le tissu musculaire nécrosé un terrain favorable, s'y développent et amènent la fonte puriforme du tissu conjonctif voisin, donnant ainsi naissance à de véritables abcès qui ne tardent pas à s'ouvrir à l'extérieur.

Je reviens maintenant à la lésion initiale, c'est-à-dire à la dégénérescence vitreuse des faisceaux primitifs due à la présence de la Myxosporidie.

Cette altération des muscles peut se montrer sous l'influence de causes assez nombreuses et bien différentes les unes des autres. On l'observe, par exemple, à l'état pour ainsi dire physiologique, dans les muscles de la queue, chez les têtards de Batraciens au moment de la disparition de cet organe.

On la voit également apparaître à la suite d'un assez grand nombre d'états pathologiques, dont je n'ai pas à m'occuper ici.

Elle peut, enfin, avoir pour origine l'envahissement des éléments musculaires par certains parasites autres que les Myxosporidies.

Il me semble nécessaire de dire quelques mots de ces derniers faits, qu'il est intéressant de rapprocher de ceux que je viens de décrire, le processus présentant dans ces divers cas une évidente analogie, malgré les différences profondes qui séparent, au point de vue zoologique, les organismes qui provoquent son apparition comme ceux chez lesquels il se montre.

D'après les observations de LAULANIÉ, une Sarcosporidie, le *Sarcocystis Miescheri*, est, dans certains cas, susceptible de déterminer une myosite interstitielle et parenchymateuse, caractérisée par la dégénérescence vitreuse des faisceaux envahis.

Un autre parasite musculaire, la Trichine, détermine, comme on le sait depuis longtemps, des lésions analogues récemment étudiées par SOUDAKEWITCH. Cet auteur s'est spécialement occupé de l'origine des cellules phagocytaires qui se montrent en grand nombre à un moment donné dans les faisceaux atteints par le processus dégénératif. D'après ses observations, on trouve encore ici de la myosite interstitielle, se traduisant par des infiltrations cellulaires du périnysium, et de la myosite parenchymateuse, dont le signe principal consiste dans la dégénérescence des faisceaux infestés, qui, ayant perdu leur striation, se réduisent en tronçons, dans les intervalles desquels apparaissent de grosses cellules phagocytaires. Celles-ci dérivent du sarcoplasma par multiplication des noyaux et division de la substance protoplasmique de ce dernier. Ces phagocytes, d'origine sarcoplastique, ne présentent pas une activité de bien longue durée: « la Trichine détruit bientôt par ses mouvements toutes les cellules vivantes et les mélange aux restes de la substance musculaire détruite antérieurement. Dans ce cas, ce sont les phagocytes qui s'introduisent dans le faisceau. Ils le désagrègent en petits morceaux qu'ils englobent ensuite ».

D'après ce court résumé des recherches de SOUDAKEWITCH, on voit combien les lésions déterminées par la Trichine dans les muscles des Mammifères, se rapprochent de celles que l'on observe à la suite de l'infection myxosporidienne des muscles des Poissons. Cette analogie du processus, déterminé dans le tissu d'animaux si différents par la présence de parasites, n'ayant eux-mêmes de commun que la similitude de leur siège, me semble un fait intéressant à noter au point de vue de la physiologie et de la pathologie générales.

Quant à l'origine des cellules phagocytaires qui, dans les deux cas, ont pour mission de faire disparaître les débris musculaires nécrosés, je dois avouer que je pencherais volontiers pour une manière de voir un peu différente de celle exprimée par SOUDAKEWITCH.

Cet auteur admet, comme on l'a vu, que dans la Trichinose, les premiers phagocytes que l'on observe dans le faisceau nécrosé, résultent d'une sorte de fragmentation du sarcoplasma autour des noyaux du sarcolemme. Ainsi se constitueraient des cellules qui, devenant mobiles, attaqueraient les blocs vitreux résultant de la nécrose du reste du faisceau, de telle sorte qu'à ce moment, l'élément musculaire se mangerait littéralement lui-même.

Dans les muscles des Poissons infestés par les Myxosporidies, je n'ai rien observé qui permit d'assigner pareille origine aux cellules phagocytaires.

L'altération du faisceau primitif envahi m'a semblé porter sur l'ensemble de l'élément, y compris le sarcoplasma et les noyaux du sarcolemme. Ceux-ci, tout à fait au début de la lésion, peuvent peut-être présenter une certaine augmentation de volume: peut-être même peuvent-ils se multiplier, bien que je ne les aie jamais observés à l'état de karyokinèse, mais, d'après mes préparations, ils m'ont paru être altérés de bonne heure par le processus et participer à la dégénérescence du faisceau tout entier. Les phagocytes que l'on trouve dans ce dernier sont, je crois, de la même nature que les cellules qui infiltrent le périnysium et le tissu conjonctif voisin des amas parasitaires. J'avoue, d'ailleurs, que cette modification profonde dans les caractères et le rôle d'un élément aussi différencié et aussi nettement spécialisé que la cellule musculaire, me semble assez difficile à comprendre, d'autant plus que cette modification et le surcroît d'activité, par lequel elle se manifeste, se produiraient justement chez des cellules dont la nutrition et la vitalité sont fortement compromises, comme le prouve la dégénérescence dont elles sont atteintes.

Qu'un pareil processus s'observe dans les muscles de la queue des Têtards au moment de la disparition de cet organe, comme l'a signalé M. METCHNIKOFF, cela ne me semble pas un argument que l'on puisse invoquer ici. Il s'agit, en effet, d'un phénomène d'atrophie absolument physiologique, et la comparaison me semble difficile à établir entre ce fait et la nécrose d'un faisceau primitif qui dégénère sous l'influence d'un parasite développé dans sa substance.

Quoi qu'il en soit, dans les cas où j'ai pu constater la dégénérescence du tissu musculaire, déterminée par les Myxosporidies, les phagocytes et les éléments qui infiltrent le périnysium m'ont toujours paru de nature identique et d'origine nettement leucocytaire.

Je ne saurais d'ailleurs m'étendre davantage sur ce point particulier du processus morbide que détermine la présence de nos parasites dans le tissu musculaire.

Ce processus revêt chez le Barbeau une gravité toute spéciale en ce qu'il devient, comme on l'a vu, le point de départ d'une infection microbienne secondaire, dont les suites sont presque toujours mortelles pour l'organisme envahi.

Si le développement du *Myxobolus* dans les faisceaux primitifs des muscles donne lieu de la sorte aux lésions les plus graves de la maladie, ce n'est pas cependant le seul mécanisme par lequel ce parasite est capable d'amener la mort de son hôte.

J'ai signalé déjà l'existence de tumeurs myxosporidiennes dans le mésentère, dans le tissu conjonctif intermusculaire des parois du corps, etc. : ces formations peuvent amener la compression d'organes plus ou moins importants et causer ainsi des troubles mortels ; c'est ainsi que, dans un cas, j'ai trouvé comme cause de la mort, de volumineuses tumeurs développées dans le tissu conjonctif de la paroi du corps, au voisinage du cœur ; elles avaient fini par devenir tellement saillantes, que cet organe s'était trouvé comprimé et hors d'état de fonctionner.

Je rappellerai également le fait que j'ai cité plus haut où le parasite, en se développant dans la paroi intestinale, avait amené une obturation presque complète de la lumière du canal digestif.

Il est évident enfin, que l'infection du tissu conjonctif de certains organes, poussée aussi loin que celle que j'ai signalée à propos du rein, doit retentir d'une façon fâcheuse sur la santé de l'hôte ; or, cette infection plus ou moins marquée, s'observe fréquemment non seulement dans le rein, mais aussi dans la rate, le foie, l'ovaire, etc.

Dans certains cas, on trouve les différents organes littéralement farcis de parasites : mais je n'y ai jamais trouvé de microbes, ceux-ci paraissent absolument localisés dans les muscles.

Tels sont les faits qu'il m'a été donné d'observer relativement à la maladie des Barbeaux. On a vu qu'elle doit emprunter, en grande partie, sa gravité à l'intervention d'agents pathogènes auxquels le *Myxobolus* ne fait, pour ainsi dire, que préparer les voies ; celui-ci, toutefois, peut également déterminer, par sa seule présence, des troubles mortels (compression, occlusion intestinale, etc.).

III.

MORPHOLOGIE ET STRUCTURE DES MYXOSPORIDIES.

Un des principaux caractères des Myxosporidies consiste en ce que chez elles la sporulation ne représente pas une phase particulière de l'existence, marquant la fin du cycle évolutif, comme cela s'observe de la façon la plus nette, chez d'autres Sporozoaires tels que les Grégarines. On voit, au contraire, ici, les corps reproducteurs se former de très bonne heure au sein de l'organisme qui n'en continue pas moins à se mouvoir et à s'accroître.

L'étude des phénomènes de sporulation ne devrait donc pas être séparée de celle de la constitution des organismes eux-mêmes.

Cette division, tout artificielle qu'elle puisse être, étant par ailleurs indispensable à la clarté de la description, j'examinerai successivement les caractères des Myxosporidies, puis ceux des spores et enfin le mode de formation de ces éléments et leur destinée ultérieure.

DUJARDIN est le premier observateur qui se soit exactement rendu compte de la véritable nature de nos parasites. Il reconnut, en effet, qu'il s'agissait de « productions animales distinctes », représentées par des végétations sarcodiques ramifiées, ressemblant à des Amibes, et renfermant les spores que l'on avait prises jusque-là pour des organismes autonomes (*Psorospermies* de J. MÜLLER). DUJARDIN, au contraire, les rapprochait des navicelles ou spores des Grégarines.

Cette observation fut bientôt confirmée par d'autres auteurs, et tout d'abord par LEYDIG et LIEBERKÜHN.

Le premier découvrit, dans la bile de divers Plagiostomes, des masses de protoplasma colorées en jaune et renfermant des Psorospermies (*Chloromyxum Leydigi*, MING.). Il n'y vit pas de noyaux et elles lui semblaient immobiles ; comme DUJARDIN, il les rapprochait des Grégarines et regardait les Psorospermies comme représentant des navicelles.

LIEBERKÜHN observa dans la vessie urinaire du Brochet et de la Lote des corps très semblables aux précédents renfermant également des Psorospermies (*Myxidium Lieberkühni*). Il exprime, à l'égard de leur parenté avec les Grégarines, une manière de voir identique à celle de LEYDIG. Pas plus que ce dernier auteur, il n'a réussi à découvrir d'éléments nucléaires dans ces masses protoplasmiques, mais il put constater qu'elles sont douées de mouvements amiboïdes.

Plus tard, GABRIEL (1878), reprenant l'étude du *Myxidium Lieberkühni*, contesta l'existence de ces mouvements ; mais il ont été maintes fois observés depuis, tant sur la même espèce (BALBIANI, BÜTSCHLI, etc.), que sur un grand nombre d'autres.

C'est BÜTSCHLI qui, le premier, reconnut l'existence de noyaux dans le protoplasma des Myxosporidies, tant dans les formes libres que chez celles qui vivent dans les tissus.

J'arrive maintenant à l'exposé de mes propres observations, au cours duquel j'aurai l'occasion de revenir sur un certain nombre de faits signalés par différents auteurs et qui ne pouvaient trouver place dans le court aperçu qui précède.

La variété que nous avons constatée dans les conditions d'existence des Myxosporidies, exerce sur leur organisation une influence considérable. On observe, par exemple, des différences bien marquées dans la constitution de ces parasites suivant qu'il s'agit des espèces qui vivent en liberté dans les cavités organiques ou, au contraire, de celles qui se développent au sein des tissus.

Comme il était facile de le prévoir, c'est parmi les premières que l'on trouve les formes les plus parfaites et les plus élevées en organisation. Il pourrait donc paraître plus naturel de n'aborder leur étude qu'en dernier lieu après avoir examiné tout d'abord les formes les plus inférieures.

C'est cependant l'ordre inverse que je crois devoir adopter en raison de ce fait que le type d'organisation primitif des Myxosporidies me semble représenté par les formes les plus élevées, dont les autres plus simples seraient dérivées par un processus de dégradation, dû à des conditions spéciales d'existence et à un parasitisme plus accentué.

J'aurai d'ailleurs à revenir sur cette question et à donner les raisons qui me portent à émettre cette manière de voir, que je mentionne seulement ici pour justifier la marche suivie dans l'exposé des faits.

FORME DU CORPS

Chez les Myxosporidies libres, la forme du corps est extrêmement variable, non seulement d'une espèce à l'autre, mais encore dans la même espèce, et même pour chaque individu pris en particulier. Elle est impossible souvent à définir rigoureusement, en raison des changements très considérables qu'elle subit incessamment par suite des mouvements amiboïdes.

Chez certaines espèces pourtant, l'aspect extérieur n'est pas sujet à des modifications aussi marquées ; chez elles la configuration du corps varie dans des limites plus étroites et l'on arrive aisément à distinguer une forme particulière qui, sans être absolument constante, peut, pourtant, être considérée comme typique en raison de sa fréquence. Ce fait s'observe chez des Myxosporidies que l'ensemble de leur organisation doit faire regarder comme représentant les types les plus élevés en organisation (Myxidiées dispersées) et coïncide avec une localisation plus ou moins parfaite des appendices pseudopodiques, sur laquelle je reviendrai plus tard.

Ces descriptions ne s'appliquent, bien entendu, qu'aux Myxosporidies bien vivantes examinées immédiatement après la mort de leur hôte : si, en effet, l'observation porte sur les organismes provenant d'un animal mort depuis quelque temps ou examinés dans des préparations datant de quelques heures et dans lesquelles la bile commence à s'altérer par l'action de l'air, on les voit prendre tous une forme globuleuse, plus ou moins régulièrement sphérique, qui est l'indice d'un état de souffrance et qui se retrouve chez toutes les espèces placées dans des conditions de milieu défavorables.

La figure 29 (Pl. VII), représente la *Leptotheca agilis* sous l'aspect que revêt la grande majorité des individus de cette espèce. C'est un corps allongé, à peu près cylindrique sur une grande partie de sa longueur, un peu renflé souvent vers sa partie moyenne.

L'une de ses extrémités, que l'on peut désigner sous le nom d'antérieure, puisqu'elle se trouve toujours dirigée en avant pendant la progression, est arrondie et hémisphérique ; c'est seulement à

son niveau que l'on observe des pseudopodes ; l'extrémité opposée va en s'atténuant progressivement, et prend la forme d'un cône plus ou moins allongé.

Cette sorte de type morphologique de l'espèce est réalisé, comme je l'ai dit déjà, chez la plupart des individus ; il ne constitue pas cependant une disposition constante ; chez certains exemplaires, également assez nombreux, l'extrémité postérieure au lieu de se terminer en cône se divise en lobes secondaires, dont le nombre peut varier de deux, jusqu'à sept ou huit. Les figures 11 (L) et 31 représentent cette modification de la forme ordinaire.

D'autres fois, l'extrémité postérieure est, au contraire, arrondie et globuleuse et le corps se termine en avant par une sorte de col plus ou moins allongé d'où partent les pseudopodes.

Dans la *Ceratomyxa arcuata*, la plupart des individus revêtent également une forme particulière que l'on peut, à cause de sa fréquence, considérer comme un des attributs de l'espèce. Le corps est renflé à sa partie antérieure qui est plus ou moins globuleuse et porte les pseudopodes. Il se termine en arrière par une région amincie, représentant une sorte de queue, dont la longueur peut égaler celle de la portion renflée.

La distinction entre ces deux parties est souvent accusée d'une façon bien nette, la queue peut, en effet, présenter une forme assez régulièrement cylindrique, et ses limites sont alors faciles à établir (Pl. VII, fig. 17) ; d'autres fois, au contraire, elle revêt l'aspect d'un cône et se continue insensiblement au niveau de sa base avec la région antérieure (Pl. VII, fig. 16).

Cette forme en massue, que je viens de signaler comme représentant la configuration typique chez la *C. arcuata*, n'est d'ailleurs pas spéciale à cet organisme. Elle semble, au contraire, assez répandue et on peut la rencontrer chez un assez grand nombre d'autres espèces ; chez elles, toutefois, elle ne s'observe que plus rarement, parfois à titre pour aussi dire exceptionnel, la grande majorité des individus affectant une configuration toute différente.

Tel est le cas, par exemple, pour la *C. appendiculata*.

Ici, chez la plupart des individus, et surtout chez ceux qui renferment des spores, le corps présente une forme irrégulière et assez variable, dont on voit un exemple dans la figure 4 (Pl. VII). Ces Myxosporidies sont caractérisées par l'existence de longs

prolongements immobiles, bien distincts des pseudopodes, puisque, comme nous le verrons, ils renferment de l'endoplasma. Ces prolongements partent d'une partie centrale (*c*) dont la taille et la forme varient énormément : leur longueur atteint le double ou le triple du grand diamètre de cette portion centrale qui est le lieu de formation des spores. Ces sortes d'appendices vont en s'amincissant progressivement vers leur extrémité libre ; ils présentent souvent sur leur longueur des renflements plus ou moins marqués (*r*).

Leur nombre peut être de quatre ou cinq ; il est quelquefois réduit à un seul. Dans ce dernier cas, d'ailleurs exceptionnel, la configuration générale du corps rappelle beaucoup celle de la *C. arcuata*.

Cette forme en massue, rare chez les *C. appendiculata* complètement développées, s'observe, au contraire, assez souvent chez les jeunes exemplaires. La forme des individus plus âgés en dérive probablement par le développement ultérieur d'un certain nombre de prolongements.

Ce que je viens de dire à propos de cette dernière espèce, s'applique également à la *C. truncata*. Ici encore, on observe des individus dont le corps présente des appendices plus ou moins nombreux et d'autres en forme de massue, cette dernière disposition m'a semblé fréquente chez les jeunes exemplaires (Pl. VII, fig. 16).

Parmi les espèces dont le corps est ainsi découpé en longs appendices, il faut encore citer la *Ceratomyxa globulifera* (Merlus) (Pl. VIII, fig. 42).

Chez la *Leptotheca elongata*, la forme typique semble être celle que représente la figure 37 (Pl. VIII).

L'aspect du corps est celui d'un cône très allongé dont la base répond à l'extrémité antérieure. Celle-ci est remarquable parce qu'à son niveau on observe assez souvent une dépression en forme d'entonnoir à la circonférence de laquelle sont rangés les pseudopodes, strictement localisés dans cette région. Vers la partie postérieure, on observe souvent un certain nombre de renflements sur la signification desquels j'aurai à revenir plus tard.

Cette forme m'a semblé la plus fréquente, mais j'ai observé bon nombre d'individus dont l'aspect rappelait tout à fait celui des fig. 16, 26.

D'autres Myxosporidies présentent encore une forme assez constante, dont la majorité des individus ne s'écarte que d'une manière

insignifiante, bien que chez elles les pseudopodes ne soient pas localisés ; tels sont le *Myxidium sphericum*, la *Ceratomyxa pallida* dont le corps est toujours à peu près régulièrement sphérique ; il en est de même très souvent chez la *Sphaerospora elegans* ; mais ici déjà on observe des déformations bien plus marquées en rapport avec les mouvements.

On voit, en somme, que les organismes que je viens de passer en revue, tout en offrant un polymorphisme assez marqué, affectent cependant de préférence une forme spéciale bien déterminée pour chaque espèce.

Au contraire, comme je l'ai dit déjà, chez la plupart des Myxosporidies libres, la forme du corps est essentiellement variable, elle est sujette pour chaque individu à des modifications incessantes et tellement profondes, qu'elle échappe à toute tentative de description et qu'il est impossible d'arriver à découvrir une configuration plus fréquente que l'on puisse considérer comme typique.

En rapport avec ces variations de la forme générale du corps, on constate que les pseudopodes n'ont point de place fixe et peuvent se former successivement et indifféremment sur n'importe quel point de la périphérie de l'individu.

Je ne saurais évidemment entreprendre de signaler ici les différents aspects que peuvent revêtir ces organismes et dont l'examen des figures 9, 7, 12, 21, 22, 50, etc., donnera, je l'espère, une idée suffisante.

Je dois, cependant, attirer l'attention sur quelques points particuliers.

Parmi ces espèces essentiellement polymorphes, les unes sont, comme les précédentes, des Myxidiées dispersées (*Ceratomyxa truncata*) ; d'autres appartiennent à la même famille, mais sont polysporées (*Myxidium Lieberkühni*) ; on y trouve également des Chloromyxées (*Chloromyxum Leydigi*, *Chl. fluvatile*), et quelques Glugéidées (*Glugea Marionis*).

Les variations dans la forme du corps sont surtout considérables chez les jeunes individus : c'est là un fait en rapport avec les mouvements et sur lequel nous aurons à revenir à propos de ceux-ci.

Toutes ces espèces, quand elles se trouvent dans des conditions défavorables par suite de modifications du liquide où elles vivent, résultant de l'altération cadavérique, de l'évaporation, de l'adjonc-

tion de substances étrangères, etc., manifestent leur état de souffrance d'une manière identique en prenant d'une façon persistante une forme à peu près régulièrement sphérique.

Chez certaines espèces, le *Chl. Leydigi*, par exemple, dans les circonstances ordinaires, cet aspect s'observe chez certains individus renfermant un très grand nombre de spores (fig. 6, Pl. VII).

Enfin, dans l'étude morphologique de nos organismes, il convient de faire une place à part à la *Sphaeromyxa Balbianii*. Elle se présente, en effet, dans des conditions tout à fait exceptionnelles. Au lieu de consister en une petite masse protoplasmique plus ou moins sphérique ou cylindroïde, le corps affecte ici la forme d'une véritable membrane, très mince (*m*) et susceptible de se replier sur elle-même, de se pelotonner pour ainsi dire, quand elle atteint des dimensions qui ne lui permettent plus de rester étalée dans la cavité de la vésicule biliaire qu'elle occupe.

Elle atteint souvent de grandes dimensions et remplit presque complètement l'organe, au travers des parois duquel on l'aperçoit facilement sous forme d'un petit corps opaque sphérique ou ovoïde (fig. 56, Pl. VIII).

En mettant celui-ci en liberté (fig. 57), et en l'examinant de plus près, on reconnaît facilement qu'il est formé par le pelotonnement souvent fort compliqué du corps membraniforme de notre organisme. Quelquefois, on ne trouve qu'un seul individu dans la même vésicule, d'autres fois, il y en a plusieurs, soit séparés, soit enroulés les uns sur les autres en une masse unique. Dans ces cas, il n'est pas rare de trouver la *Sphaeromyxa* à différents stades de développement et l'on peut alors constater que les jeunes exemplaires se présentent sous l'aspect de petits corps foliacés, de forme arrondie et encore étalés. Ce n'est que quand leur diamètre atteint 3^{mm} à 3^{mm}, 5 qu'ils commencent à se replier sur eux-mêmes.

On voit combien sont variées les formes que peuvent présenter les Myxosporidies vivant en liberté dans les cavités organiques.

Celles qui se développent au sein des tissus, affectent à ce point de vue une uniformité beaucoup plus grande et leur étude présente un bien moindre intérêt.

Comme on l'a vu plus haut, la transition entre ces deux modes de parasitisme est ménagée par certaines espèces qui peuvent se rencontrer tantôt libres dans la cavité de certains organes, tantôt

plongés dans l'épaisseur des tissus : telles sont la *Sphaerospora elegans*, l'*Henneguya media* et l'*H. brevis* qui, très fréquentes dans les tubes du rein de l'Épinoche et de l'Épinochette, peuvent également envahir le tissu de l'ovaire chez ces mêmes Poissons.

Dans ce dernier cas, la forme du corps protoplasmique ne semble pas sensiblement modifiée et on retrouve les parasites sous forme de petites sphères entre les faisceaux conjonctifs. Leur motilité est-elle modifiée, leurs pseudopodes présentent-ils le même développement, ce serait un point très intéressant à élucider ; je n'y suis malheureusement pas parvenu.

Chez les Myxosporidiés à l'état d'infiltration diffuse, la forme est impossible à apprécier exactement. Dans la plupart des cas, on ne trouve même plus trace de protoplasma et les seuls vestiges du parasite sont les spores plus ou moins nombreuses que l'on rencontre çà et là, entre les éléments du tissu (fig. 65, Pl. VIII).

D'autres fois, le parasite se présente, comme on l'a vu, sous une forme beaucoup plus ramassée et donne lieu aux productions que l'on désigne sous le nom de kystes. On y trouve un corps protoplasmique plus ou moins volumineux, dont la périphérie est seule en contact avec le tissu et qui renferme un nombre de spores plus ou moins considérable.

Ces organismes affectent alors presque toujours une forme globuleuse à peu près régulièrement sphérique : tel est le cas, par exemple, chez la *Glugea microspora*, le *Myxobolus oviformis* des nageoires du Goujon.

Les espèces qui se développent sur les branchies des Poissons d'eau douce présentent, au point de vue de la forme, une telle uniformité, qu'on ne peut tirer aucun parti de ce caractère pour les distinguer les unes des autres : *Myxobolus ellipsoides* (branchies de la Tanche) ; *M. inaequalis* (branchies de la Carpe) ; *M. exiguus* (Brême) ; *M. Mülleri* (Chevaine) ; *Henneguya psorospermica* (Perche, Brochet), revêtent l'aspect de petites tumeurs blanches, sphériques, de volume variable, qu'aucune particularité extérieure ne permet de reconnaître l'origine.

Certaines Myxosporidiés des branchies se présentent avec des caractères morphologiques plus spéciaux et jusqu'à un certain point caractéristiques.

Le *Myxobolus piriformis* constitue de petites tumeurs allongées, à peu près cylindriques, faciles à distinguer de celles que produit le *M. ellipsoïdes* et que l'on trouve souvent en même temps sur les filaments branchiaux de la Tanche.

Chez le *Myxosoma Dujardini* la forme est irrégulière, le corps protoplasmique est lobé, ramifié, fait signalé depuis longtemps par DUJARDIN.

Lorsque dans les tissus profonds, on trouve les Myxosporidies dans des conditions identiques à celles dont je viens de parler, c'est-à-dire sous forme d'amas parasitaires nettement limités et n'entrant en rapport que par leur surface externe avec les éléments anatomiques de l'hôte, ces parasites se rapprochent plus ou moins de la forme sphérique (fig. 118) et ne présentent, sous ce rapport, aucune particularité qui mérite de nous arrêter plus longuement.

Je ne fais que mentionner ici l'aspect mûriforme que revêt parfois la *Glugea microspora*. J'aurai à revenir sur cette disposition dont l'interprétation présente certaines difficultés : il pourrait se faire, en effet, comme on le verra, que l'on eût affaire dans ces cas à plusieurs individus distincts.

Il en est de même pour la *Thelohania*. Ces parasites se montrent sous forme de petits kystes interposés aux fibrilles musculaires. Ces kystes, très régulièrement sphériques et entourés d'une membrane très-nette, doivent-ils être considérés comme autant de Myxosporidies distinctes ou, au contraire, doivent-ils être assimilés à des sporoblastes, c'est une question que nous aurons à discuter plus tard.

En résumé, la forme du corps protoplasmique des Myxosporidies est extrêmement variable chez les formes libres, ce qui tient en grande partie aux mouvements amiboïdes que présentent ces organismes. Certaines espèces à pseudopodes localisés, tout en restant très polymorphes, affectent cependant de préférence une forme déterminée que l'on peut considérer comme caractéristique.

Chez celles qui se développent dans les tissus, le corps tend en général à prendre une figure régulière, le plus souvent à peu près sphérique ; dans certains cas, la forme est impossible à déterminer (infiltration parasitaire).

COULEUR.

Parmi les Myxosporidies libres, la plupart sont incolores et présentent seulement dans leur protoplasma des parties de réfringence différentes, constituées par de la graisse et divers matériaux de réserve que j'étudierai plus tard : *Leptotheca agilis*, *Ceratomyxa appendiculata*, *arcuata*, *Myxidium incurvatum*, etc.

D'autres espèces présentent une coloration très nette. LEYDIG, LIEBERKÜHN ont, depuis longtemps, signalé la couleur jaune de *Chloromyxum Leydigi* (fig. 6) et de *Myxidium Lieberkühni* (fig. 52). La *Ceratomyxa sphaerulosa* présente une teinte d'un jaune verdâtre.

Dans tous ces cas, la coloration est due à l'existence dans le protoplasma de formations particulières ayant également la signification de matériaux de réserve.

Ces substances n'existent pas encore chez les très jeunes individus qui se montrent toujours complètement incolores.

Chez quelques espèces, la coloration semble avoir pour siège le protoplasma lui-même. Tel est, par exemple, le *Chloromyxum flaccidile* qui présente souvent une légère teinte jaune. De même, la *Sphaeromyxa Balbianii*, du moins chez les individus bien développés, montre une coloration très nette d'un ton verdâtre. Il faut remarquer que ces deux espèces vivent dans la bile, et la coloration de leur protoplasma semble due à l'action des pigments biliaires.

*
* *

DIMENSIONS.

Les dimensions que peuvent atteindre les Myxosporidies sont extrêmement variables suivant les espèces.

D'ailleurs, les phénomènes de croissance n'étant pas interrompus pendant la formation des corps reproducteurs, on peut, pour une espèce donnée, observer de grandes différences dans le développement des individus sporifères.

On peut dire qu'en général ceux de ces organismes qui vivent au sein des tissus sont susceptibles d'acquérir un volume beaucoup plus considérable que les formes libres.

Chez ces dernières, il existe manifestement une taille maxima que l'organisme semble ne jamais dépasser, et il est facile de déterminer des chiffres qui représentent les dimensions moyennes du corps protoplasmique et peuvent être pris en considération au point de vue de la distinction des espèces.

Parmi les autres, au contraire, il en est dont la croissance semble pour ainsi dire indéfinie quand se trouvent réalisées certaines conditions de siège et d'habitat particulièrement favorables.

Certaines Myxosporidies libres, appartenant aux disporées, restent toujours très petites. Elles affectent, en général, la forme sphérique ; telles sont :

Leptotheca parva (vesicule biliaire du Maquereau), ne dépassant pas $10-12\mu$ de diamètre ;

Ceratomyxa pallida $15-18\mu$;

Henneguya brevis et *media*, 20μ ;

Myxidium sphericum, 20μ ;

La *Ceratomyxa truncata* de la Sardine est un peu plus grande ; chez les exemplaires sphériques, le diamètre atteint 30μ ; chez d'autres, le corps, de forme ovoïde, mesure 35μ sur 25μ .

Chez *Ceratomyxa arcuata*, les individus revêtant la forme en massue, que l'on peut considérer comme typique, présentent de 30 à 45μ de longueur totale, la région amincie en forme de queue pouvant égaler la portion renflée ; celle-ci mesure en moyenne 12μ de largeur maxima.

D'autres espèces, parmi les Disporées, atteignent des dimensions beaucoup plus considérables.

Chez la *Leptotheca agilis*, l'individu représenté fig. 29, Pl. VII, mesurait 85μ de long sur 20μ de largeur maxima ; un autre, du type de la fig. 17, présentait 80μ de long et atteignait 40μ de diamètre au niveau de sa partie postérieure, à la naissance des lobes.

Dans la *Ceratomyxa sphaerulosa*, j'ai relevé les dimensions moyennes suivantes :

Individus sphériques, diamètre 90μ ;

Individus ovoïdes, 90 à 100μ sur 32μ .

La partie centrale où se trouvent les spores chez *C. appendiculata* mesure en moyenne 30-40 μ dans son plus grand diamètre ; les prolongements peuvent atteindre 80 μ de longueur.

D'après ce qui précède, on voit que chez certaines Myxosporidies dispersées, la masse de protoplasma qui forme le corps est presque complètement employée à la formation des spores (fig. 28) qui, parvenues à maturité, ne sont plus entourées que d'une couche protoplasmique relativement peu considérable.

Chez d'autres, au contraire, le volume des corps reproducteurs est presque insignifiant par rapport à la masse totale (fig. 1).

Pour la raison que j'ai indiquée plus haut, les différences de taille entre les individus sporifères sont plus marquées chez les Myxosporidies qui donnent naissance à un grand nombre de spores.

Chez le *Chloromyxum Leydigi*, j'ai observé des individus de forme sphérique et contenant de nombreuses spores dont le diamètre variait de 50 à 100 μ . D'autres exemplaires, de forme plus ou moins irrégulière et également sporifères, présentaient les dimensions suivantes :

58 μ de longueur sur 36 μ de largeur maxima.

60 μ	d°	20 μ	d°
80 μ	d°	55 μ	d°
140 μ	d°	85 μ	d°

Chez le *Chloromyxum fluviatile* :

25 à 30 μ de grand diamètre ;

la *Sphaerospora divergens* : 65 μ sur 60. — 60 μ sur 20 μ .

la *Glugea Marionis* : 50 μ sur 40 μ .

Enfin, parmi les Myxosporidies parasites des cavités organiques, la *Sphaeromyxa Balbianii* mérite, au point de vue de ses dimensions comme au point de vue de sa forme, une mention particulière. On a vu que ce parasite se présente le plus souvent sous forme d'une petite masse plus ou moins régulièrement sphérique, facilement reconnaissable à l'œil nu, dans la vésicule biliaire des *Motella* et de la *Cepola rubescens*. Cette petite sphère, représentée de grandeur naturelle, dans la figure 56, peut atteindre 3 et 4 millimètres de diamètre : mais elle est le plus souvent formée par la réunion

de plusieurs individus repliés et comme pelotonnés les uns sur les autres; ceux-ci, en forme de membrane assez mince, à contours à peu près circulaires, mesurent souvent 4 à 5^{mm} de diamètre; leur épaisseur ne dépassant guère 80 μ . Cette espèce est donc de beaucoup la plus grande de toutes les Myxosporidies libres.

Parmi celles qui vivent dans les tissus, on peut observer des dimensions bien plus considérables.

Les *Henneguya media* et *brevis* et la *Sphaerospora elegans*, qui forment la transition entre ces deux catégories de parasites, ont la même taille dans le tissu conjonctif de l'ovaire que dans les tubes du rein (20 μ de diamètre).

Ce n'est guère que dans les cas où le parasite revêt dans le tissu la forme kystique, que l'on peut apprécier ses dimensions.

On observe sous ce rapport, entre quelques espèces, des différences assez marquées.

Ainsi, les kystes du *Myxobolus oviformis* des nageoires du Goujon, ne dépassent guère 1^{mm} de diamètre. Au contraire, le *M. Mülleri* sur les nageoires de la Chevaine, forme des tumeurs qui peuvent atteindre 3^{mm}. C'est également la taille maxima que présente le *M. ellipsoïdes* sur les branchies de la Tanche. Les kystes de *M. inaequalis* (branchies de la Carpe) et de l'*Henneguya media* (branchies de la Perche et du Brochet), peuvent atteindre le volume d'un petit pois; de même la *Glugea microspora* de l'Épinoche. Cette dernière peut se présenter sous l'aspect de masses muriformes de près d'un centimètre de diamètre; ces formations doivent peut-être, comme nous le verrons, être considérées comme constituées par la réunion de plusieurs individus.

Parmi les Myxosporidies à l'état d'infiltration diffuse, les dimensions, comme la forme, sont le plus souvent impossibles à préciser.

Cependant, dans les tumeurs que forme le *M. ellipsoïdes* dans la vessie natatoire de la Tanche, la masse parasitaire, généralement facile à délimiter, mesure souvent plus d'un centimètre d'épaisseur.

D'autres fois, le parasite, tout en infiltrant le tissu, se présente sous une forme particulière qui permet de le mesurer facilement. Tel est le cas pour certaines Glugéidées des muscles, que l'on trouve sous

forme de petits kystes qui représentent probablement, comme nous le verrons plus loin, autant d'individus distincts.

Ces kystes à l'état de maturité mesurent :

25 à 35 μ chez le *Pleistophora* ;

10 μ chez *Thelohania octospora* ;

14 μ chez *Th. Giardi*.

Dans la plupart des Myxosporidies des tissus, les dimensions sont au contraire, impossibles à déterminer.

Dans certains cas seulement, on peut indiquer la taille des tumeurs plus ou moins nettement limitées auxquelles donne lieu la présence du parasite, mais ces évaluations ne sont guère précises en raison de la quantité plus ou moins considérable de tissu hospitalier que renferment ces formations.

Les plus grosses que j'aie observées, sont incontestablement les tumeurs consécutives à l'infection musculaire du Barbeau, qui peuvent atteindre les dimensions d'un œuf. Chez ce même Poisson, j'ai trouvé dans le tissu conjonctif qui entoure la vessie natatoire, une petite tumeur sporique de la grosseur d'une noisette et qui était formée par un amas de spores compris dans les mailles d'un réticulum conjonctif provenant de l'hypertrophie du tissu infesté.

Un autre fait que je dois encore citer est relatif à la *Glugea gigantea*.

Dans le seul cas où je l'aie observé, ce parasite avait amené, comme on l'a vu, la formation d'une énorme tumeur qui, après avoir débuté dans le tissu conjonctif du rein, avait produit une distension considérable de la cavité abdominale de l'hôte (*Crenilabrus melops*) et atteignait à elle seule le poids de 6^{gr}, 5, le poids du Poisson après son ablation n'étant que de 9^{gr}.

Je rappelle que dans ce cas, comme dans celui de presque toutes les Myxosporidies des tissus, ces données ne fournissent que des renseignements très approximatifs sur le développement du parasite, en raison de la structure de ces tumeurs, à la formation desquelles le tissu de l'organe envahi prend une part plus ou moins considérable.

En somme, on voit que les dimensions des Myxosporidies sont extrêmement variables. Parmi les formes libres, on trouve tous les intermédiaires entre certaines espèces se présentant sous forme de

petites sphères protoplasmiques qui ne dépassent pas 10 à 12 μ de diamètre (*Leptotheca parva*) et d'autres, telles que la *Sphaeromyxa Balbianii*, chez laquelle le corps en forme de membrane à contour circulaire, peut atteindre 5^{mm} de diamètre.

Les parasites des tissus sont, en général, susceptibles d'un développement bien plus considérable, mais leurs dimensions faciles à apprécier quand on a affaire à des kystes bien limités (*Glugea microspora*, kystes branchiaux de *Myxobolus*, *Henneguya*, etc.), sont impossibles à déterminer exactement quand il s'agit d'une infiltration diffuse du parasite dans les tissus infestés.

En raison de ce fait que la sporulation, chez ces organismes, ne marque pas le terme des phénomènes d'accroissement, les caractères tirés de la taille des individus perdent chez eux beaucoup de l'importance qu'ils présentent pour les autres groupes du règne animal.

*
* *

CONSTITUTION DU CORPS PROTOPLASMIQUE; ECTOPLASMA ET ENDOPLASMA.

Dans le corps protoplasmique des Myxosporidies comme dans celui d'un grand nombre de Rhizopodes (Amœbiens), on peut, en général, reconnaître une différenciation bien marquée entre la partie la plus externe et la portion centrale.

La zone périphérique ou *ectoplasma*, plus ou moins épaisse, se fait remarquer par l'absence de coloration, son aspect hyalin, homogène, très finement granuleux : c'est elle qui donne naissance aux pseudopodes.

Le protoplasma central ou *endoplasma*, à granulations beaucoup plus grosses, présente parfois une coloration particulière et peut être le siège de différenciations variées ayant le plus souvent la signification de matières de réserve ; c'est lui qui renferme les noyaux et qui est le siège de la production des spores.

La distinction entre ces deux zones a été signalée pour la première fois par BÜTSCHLI (4, p. 639 -- 2, 593.) chez le *Myxidium Lieberkühni*. On l'observe, en général, avec une grande netteté dans les formes libres, et pour ma part, je l'ai constatée chez toutes celles que j'ai pu étudier.

Au contraire, les Myxosporidies des tissus présentent une tendance évidente à l'absence de différenciation entre la couche périphérique et le protoplasma central.

Chez quelques-unes, cette différenciation se montre encore avec des caractères facilement appréciables (*Glugea microspora*) ; dans d'autres cas, elle est à peine marquée et, chez un grand nombre, le protoplasma ne présente aucune particularité permettant d'établir une distinction entre ses parties périphériques et ses parties centrales.

J'étudierai successivement les caractères de l'ectoplasma et les expansions pseudopodiques auxquelles il donne naissance, puis l'endoplasma et les différents éléments qu'il renferme : matières de réserve, noyaux, etc., étude qui nous amènera à nous occuper des spores et de leur mode de développement.

I. ECTOPLASMA. — PSEUDOPODES.

Dans les Myxosporidies libres, la distinction entre l'ectoplasma et l'endoplasma, d'ordinaire très manifeste, est souvent difficile chez les jeunes individus.

Ce fait, déjà remarqué par BÜTSCHLI à propos du *Myxidium Lieberkühni*, semble tenir uniquement à ce que l'endoplasma n'a encore subi chez eux aucune différenciation et n'a pas revêtu les caractères particuliers qui, plus tard, rendent extrêmement nette la limite entre les deux zones périphérique et centrale.

L'ectoplasma paraît, en effet, exister de très bonne heure à l'état de couche distincte et une observation suffisamment attentive et prolongée ou l'emploi de certains réactifs coagulants, dont l'action a pour effet d'accentuer les différences de constitution de protoplasma (éther, alcool, acide osmique), permettent de reconnaître nettement chez de très petits individus une couche hyaline, à peine granuleuse, entourant une masse centrale à granulations bien plus marquées, moins réfringente.

Dans les Myxosporidies ayant atteint un certain développement, l'existence de la couche ectoplasmique se reconnaît d'ordinaire, comme je l'ai dit, avec une grande facilité.

Dans toutes les espèces, cette partie du corps protoplasmique est caractérisée par sa transparence très accentuée, son aspect hyalin, homogène, l'existence de granulations à peine perceptibles.

Chez le *Myxidium sphaericum*, l'ectoplasma m'a paru présenter une apparence plus granuleuse et moins hyaline que d'ordinaire ; au contraire, chez la *Caratomyxa pallida* il est plus pâle, plus transparent que partout ailleurs.

L'ectoplasma présente donc une grande uniformité au point de vue de ses propriétés optiques. Au point de vue morphologique, au contraire, rien de plus variable que les caractères qu'il peut revêtir non seulement si on l'envisage chez les différentes espèces, mais aussi dans chacune d'elles prise en particulier, en raison des mouvements qu'il présente et des expansions pseudopodiques auxquelles il donne naissance et dont l'étude constitue le point le plus intéressant de son histoire.

L'ectoplasma n'est, en somme, qu'une couche de protoplasma qui s'est différenciée et s'est adaptée à des fonctions spéciales en rapport avec sa situation, à la périphérie de l'organisme.

Il joue, en effet, un rôle protecteur vis-à-vis de la masse protoplasmique centrale ; il est le siège des mouvements actifs et, au moyen des expansions pseudopodiques auxquelles il donne naissance, il devient un organe de locomotion ou de fixation.

La fonction protectrice dévolue à la couche de protoplasma plus ou moins modifié qui limite le corps chez la plupart des organismes inférieurs (cuticule des Ciliés, des Grégarines, etc.), est des plus faciles à mettre en évidence chez les Myxosporidies, particulièrement chez celles qui vivent dans la bile. Il suffit de déterminer par un moyen quelconque une rupture de l'enveloppe ectoplasmique de manière à permettre au liquide de pénétrer jusqu'à l'endoplasma ; on constate alors immédiatement que ce dernier, loin de présenter l'immunité qui caractérise l'ectoplasma, subit sous l'action de la bile des modifications profondes : si, par exemple, on a observé ce fait sur la *Sphaeromyxa Balbianii*, on assiste à la dissolution de la substance qui remplit les alvéoles, les travées plasmiques elles-mêmes ne tardent pas à se désagréger et la Myxosporidie est finalement réduite à un petit amas irrégulier de granulations. Dans les mêmes conditions, on assiste à des phénomènes analogues chez toutes les autres espèces.

L'étude des mouvements de l'ectoplasma se confond avec celle des pseudopodes.

D'après la définition que nous en avons donnée, la couche ectoplasmique existe évidemment sur toute la périphérie de l'organisme. Mais elle peut, suivant les régions, présenter une épaisseur très différente et, parfois, sa minceur devient telle qu'en certains points il est très difficile de constater son existence. L'emploi des réactifs peut alors être d'un grand secours : tels sont, en particulier, l'éther et l'essence de térébenthine qui, en faisant apparaître avec une grande netteté la limite entre l'ectoplasma et l'endoplasma, permettent de se rendre compte de l'existence de ce dernier là où cette constatation n'était pas possible par le seul examen de l'organisme vivant.

Dans la plupart des cas, le développement de la couche ectoplasmique est d'ailleurs susceptible de varier considérablement d'un instant à l'autre sur un point donné. Ce fait est en rapport avec la production des pseudopodes qui, dans la grande majorité des espèces, peut se faire indistinctement aux dépens de n'importe quelle région de l'ectoplasma.

Au contraire, chez certaines Myxosporidies, ces expansions de la couche externe se montrent strictement localisées, au niveau de l'une des extrémités qui se trouve alors constamment dirigée en avant pendant la progression et peut, par conséquent, être désignée sous le nom d'extrémité antérieure.

L'exemple le plus typique de cette localisation des pseudopodes nous est offert par la *Leptotheca agilis*. Dans cette espèce, la couche d'ectoplasma qui enveloppe le corps est extrêmement mince et difficile à distinguer : au niveau de l'extrémité antérieure, elle prend un développement un peu plus considérable et donne naissance à des pseudopodes filiformes dont la largeur peut atteindre 55 μ chez les individus qui revêtent la forme la plus ordinaire (Pl. VII, fig. 29). Chez ceux dont la partie postérieure est lobée, les dimensions des pseudopodes sont souvent moins considérables (Pl. VII, fig. 31), mais leur forme est identique. Ils se présentent toujours comme des appendices presque filiformes, très pâles, dont l'épaisseur diminue progressivement depuis la base jusqu'à l'extrémité libre qui se termine en pointe. Leur nombre est d'ordinaire de huit ou dix.

Ces appendices sont animés d'un mouvement assez rapide et à direction uniforme d'avant en arrière. Je n'ai pu assister à leur formation ni les voir se fusionner avec l'ectoplasma : il semble probable qu'une fois constitués ils continuent pendant un temps assez long à exercer leurs fonctions motrices. En effet, grâce aux mouvements de ces pseudopodes, la *Myxopodidie* se déplace avec une rapidité relativement considérable, bien supérieure à celle que peuvent atteindre les autres espèces : elle peut franchir en 25 secondes un espace égal à trois fois sa longueur. Le reste du corps reste complètement immobile et ne joue aucun rôle dans la propulsion. Cependant il semble jouir dans son ensemble d'une certaine contractilité, ce que j'ai pu constater nettement dans les cas où, l'extrémité antérieure étant venue buter contre quelque obstacle, j'ai vu le corps se replier pour contourner celui-ci.

Comme toutes les *Myxosporidies* libres, la *L. agilis* n'est pas toujours en mouvement dans le liquide biliaire et ses pseudopodes peuvent également servir d'organes de fixation ; on trouve fréquemment des individus adhérant ainsi par leur extrémité antérieure à des corps étrangers quelconques : par exemple à la paroi de la vésicule ou encore à d'autres *Myxosporidies*, comme cela est représenté dans la fig. 11 (Pl. VII), où l'en on voit un certain nombre fixés sur un *Chloromyxum Leydigi*, espèce qui coexiste assez souvent avec la *L. agilis* dans la bile du *Trygon*.

J'ai insisté avec quelques détails sur les pseudopodes de cette espèce, parce que, comme nous allons le voir, ils diffèrent d'une façon assez notable de ceux des autres *Myxosporidies*, surtout au point de vue de leur forme, de leur longueur et de la rapidité de leurs mouvements.

Presque toujours, en effet, ces appendices se présentent chez nos organismes sous forme d'expansions lobées de l'ectoplasma. Ces lobes, à extrémité plus ou moins aiguë, sont beaucoup plus courts et plus larges que les appendices filiformes que nous venons d'étudier.

Chez un certain nombre d'autres espèces, on observe encore une localisation bien marquée des pseudopodes, surtout chez celles qui revêtent de préférence une forme particulière. Mais la localisation n'est nulle part aussi constante et aussi absolue que chez la *L. agilis*.

Une des espèces où elle est le plus marquée est la *Ceratomyxa arcuata*, chez laquelle le corps, ordinairement en forme de massue, ne présente alors de pseudopodes qu'au niveau de l'extrémité de la partie renflée; ceux-ci, en forme de lobes plus ou moins aigus, d'ordinaire assez courts, servent à la fixation et à la locomotion qui est notablement moins rapide que chez les individus affectant la forme représentée fig. 18 (Pl. I), dans lesquels les pseudopodes se montrent, au contraire, au niveau de la petite extrémité.

Chez la *Ceratomyxa sphaerulosa*, dont la forme est également assez constante, on observe en général d'expansions pseudopodiques qu'en une région déterminée, ordinairement à l'une des extrémités. Elles sont peu développées et à mouvements assez lents. La fig. 2 (Pl. VII), montre le changement subi en l'espace de 5 minutes par l'extrémité antérieure de l'individu représenté dans la fig. 1.

Dans la *Leptotheca elongata* en forme de massue très allongée, ce qui constitue la disposition typique chez cette espèce, les pseudopodes sont encore nettement localisés et représentent le plus souvent de petites tiges plus ou moins ramifiées à leur extrémité (Pl. VIII, fig. 37).

Chez les individus assez nombreux qui se présentent sous d'autres formes, les pseudopodes peuvent, au contraire, se montrer sur toute la surface et on observe assez souvent des aspects tout à fait comparables à celui que représente la figure 50 (Pl. VIII) qui, d'ailleurs, est relative à une autre espèce (*Ceratomyxa truncata*).

Chez les *Ceratomyxa* du type *appendiculata*, les individus bien développés, adultes, pour ainsi dire, et dont les prolongements ont atteint une grande taille, semblent avoir perdu la propriété d'émettre des pseudopodes. L'ectoplasma se retrouve à la périphérie sous forme d'une mince couche d'épaisseur à peu près uniforme, mais je n'ai pu y constater de mouvements actifs (Pl. VII, fig. 4; Pl. VIII, fig. 42). Dans ces espèces le polymorphisme est, comme on l'a vu, très marqué, surtout chez les jeunes exemplaires. Parmi ceux-ci, un certain nombre affectent la forme en massue et chez eux on observe une localisation des pseudopodes à la partie antérieure (Pl. VII, fig. 26 *Ceratomyxa reticularis*); comme c'est d'ailleurs le cas pour toutes les Myxosporidies qui revêtent cette configuration, à quelques espèces qu'elles appartiennent. Dans d'autres individus, le corps de forme très irrégulière et très variable, peut, au contraire, donner naissance à des pseudopodes sur toute sa surface.

Nous arrivons ainsi par une série de transitions, aux espèces chez lesquelles cette dissémination des expansions ectoplasmiques peut être considérée comme la règle. Ce sont les plus nombreuses.

La locomotion se fait alors par un mécanisme bien différent de celui que l'on constate en général dans les cas où les pseudopodes sont localisés, et surtout chez la *Leptotheca agilis*. Ces organes n'agissent plus ici, comme chez cette dernière, à la façon de véritables rames : ils servent surtout comme organes de fixation et la progression s'effectue à l'aide de changements de forme du corps tout entier (Pl. VII, fig. 20, 21).

Les pseudopodes peuvent exister à la fois sur toute la surface, comme chez le *Myxidium sphaericum* représenté dans la fig. 28 (Pl. VII) ou le *Chloromyxum Leydigi* de la fig. 6 (Pl. VII). (Ces Myxosporidies sont représentées vues en coupe optique).

Dans ce cas, l'ectoplasma revêt parfois des caractères particuliers déjà signalés par BÜTSCHLI chez le *Myxidium Lieberkühni* et que l'on observe assez fréquemment aussi chez le *Chloromyxum Leydigi*. Ces organismes sont alors recouverts sur toute leur surface de petits appendices assez courts, plus ou moins rapprochés les uns des autres et ressemblant à des cils. La figure 8 (Pl. VII) représente une portion d'un *Chloromyxum Leydigi* montrant cette disposition. Chez le *M. Lieberkühni* on constate souvent un aspect identique, c'est-à-dire que ces espèces de cils sont implantés sur un ectoplasma revêtant tout le corps d'une couche uniforme.

Dans d'autres cas, au contraire, comme chez l'individu de la fig. 32 (Pl. VII), on voit cette zone superficielle qui porte ces productions, former de gros plis plus ou moins marqués et des saillies irrégulières qui donnent à l'organisme une apparence tout à fait spéciale.

La signification de cet état particulier de l'ectoplasma semble assez difficile à déterminer. Par leur origine, ces petites saillies sétiformes qui hérissent la surface du corps d'une sorte de chevelu, se rapprochent évidemment des véritables pseudopodes ; mais elles en diffèrent par leur forme et surtout par l'absence de mouvements ; je les ai, en effet, toujours trouvées complètement immobiles, particularité sur laquelle BÜTSCHLI avait déjà attiré l'attention.

D'après ce dernier auteur, on peut les comparer, au point de vue morphologique, à des productions analogues et également immobiles que l'on observe souvent à la partie postérieure de certaines Amibes,

Amœba terricola par exemple, ou encore à celles qui recouvrent, en partie ou en totalité, la surface du corps et des pseudopodes chez la *Dactylosphæra vitreum* (HERTWIG ET LESSER) ou chez le *Charatoproteus* (STEIN).

Quant aux circonstances sous l'empire des quelles la couche ectoplasmique revêt les caractères en question, il est actuellement impossible de les indiquer.

Au lieu de se montrer simultanément sur toute la surface du corps, les pseudopodes peuvent apparaître successivement au niveau des différentes régions.

On voit, en un point donné, l'ectoplasma former une sorte d'excroissance qui augmente peu à peu, se divise en lobes secondaires, qui peuvent eux-mêmes se ramifier et se recouvrent d'innombrables petites saillies, se terminant généralement en pointe (Pl. VII, fig. 7). Après une période d'accroissement plus ou moins longue, accompagnée de changements de forme plus ou moins rapides et accentués, cette expansion de l'ectoplasma diminue de volume, tantôt presque brusquement, tantôt avec une grande lenteur, puis elle finit par disparaître, tandis qu'en un autre point de la surface du corps on assiste à la répétition des mêmes phénomènes.

Ces changements de forme ne sont point limités à l'ectoplasma : le corps tout entier y prend part et ses contours se modifient incessamment (Pl. VII, fig. 20, 21).

Les pseudopodes qui naissent ainsi sur n'importe quel point de la surface du corps ne diffèrent pas, au point de vue morphologique, de ceux dont on constate la localisation en une région déterminée. Le plus souvent ils présentent la forme de petites saillies à extrémité pointue, à contours triangulaires et se rapportent au type représenté dans les figures 6, 7, 11, 16, 17, 28, etc.

Dans d'autres cas, ces appendices présentent la forme de petites tiges bifurquées ou ramifiées à leur extrémité. Cette disposition déjà signalée et figurée par BÜTSCHLI chez *M. Lieberkühni* y est, en effet, assez fréquente et coexiste avec la forme précédente ; on la retrouve encore chez le *Chloromyxum Leydigi*, *Ceratomyxa pallida*, etc.

D'autres espèces en assez grand nombre, surtout parmi les *Ceratomyxa* et les *Leptotheca*, présentent à côté de pseudopodes lobés des saillies ectoplasmiques de figure différente, qui sont

remarquables par la très grande lenteur de leurs mouvements et qui paraissent souvent tout à fait immobiles. Ils diffèrent par là des pseudopodes de la *Leptotheca agilis* dont ils ont à peu près la forme, et consistent en des sortes de bâtonnets pouvant atteindre une grande longueur, en nombre souvent considérable et très variables dans leur disposition: *C. appendiculata*, *C. truncata* (Pl. VIII, fig. 50), etc. Ils semblent surtout répandus chez les jeunes individus: chez ceux qui renferment des spores on n'observe plus en général que des pseudopodes lobés.

Enfin, je dois rappeler l'existence, dans certains cas, de petites saillies immobiles de l'ectoplasma, affectant la forme de cils dont j'ai parlé plus haut à propos du *Chloromyxum Leydigi* et du *Myxidium Lieberkühni*.

Chez certaines espèces, la mobilité de la couche externe ne se traduit plus par la production de véritables saillies pseudopodiques plus ou moins effilées et bien distinctes de la masse qui leur donne naissance: l'ectoplasma présente seulement des expansions beaucoup plus larges, en forme de lames minces à contours réguliers, le plus souvent arrondis ou légèrement sinueux.

Cette disposition s'observe, par exemple chez la *Sphaerospora divergens* (Pl. VII, fig. 12, e) et la *Sphaeromyxa Balbianii* (Pl. VIII, fig. 55, e), qui sont des formes peu mobiles et qui, sous certains rapports, établissent le passage à celles qui se développent dans les tissus.

A ce point de vue, les *Henneguya brevis* et *H. media* sont très intéressantes puisque, comme on l'a vu, elles peuvent se montrer tantôt dans les tubes du rein, tantôt dans le tissu conjonctif de l'ovaire. Dans le premier cas, leurs pseudopodes ne présentent rien de spécial: l'ectoplasma produit tantôt de larges saillies (fig. 20), tantôt de véritables pseudopodes lobés à extrémités pointues.

Il eût été intéressant de comparer la constitution du corps protoplasmique de ces espèces observées dans des conditions aussi différentes, et l'étude des modifications résultant du changement de milieu eût sans doute jeté quelque lumière sur la nature et l'origine des différences que l'on constate entre les Myxosporidies des tissus et celles qui vivent dans les cavités organiques.

Malheureusement, la présence des parasites en question dans le tissu conjonctif, est un fait relativement rare; je n'ai pu l'observer

qu'au début de mes recherches, à un moment où l'expérience ne m'avait pas encore appris les procédés de fixation les mieux appropriés à ces études.

Les ovaires infectés que j'avais recueillis pendant cette période de tâtonnements, ne se prêtaient pas à des observations aussi délicates que l'étude des caractères du protoplasma chez les Myxosporidies contenues dans le tissu conjonctif.

Ce n'est, en effet, que par la méthode des coupes, qu'il est possible d'étudier ces organismes quand ils se développent au sein des tissus.

Le peu de consistance et l'extrême délicatesse de leur corps protoplasmique le rend impossible à isoler à l'aide de la dissociation des éléments histologiques réalisée par n'importe quel procédé de dilacération ou par l'emploi de n'importe quel réactif dissociateur. Les préparations ainsi obtenues ne montrent plus que des débris de protoplasma méconnaissables et ne peuvent être utilisées que pour l'étude des spores et même des sporoblastes qui, en raison de leur résistance et de leur petite taille, se trouvent isolés et peuvent être commodément observés.

Dans quelques circonstances exceptionnelles, l'examen à l'état frais de certaines Myxosporidies des tissus, peut cependant donner quelques résultats. Il en est surtout ainsi pour certains kystes développés sur les nageoires des Poissons.

Ces productions examinées au microscope à la lumière transmise, offrent l'aspect d'une masse opaque plus ou moins volumineuse, qui tranche nettement sur la transparence de l'organe. Dans celles dont l'épaisseur n'est pas trop considérable et que l'on peut observer avec un objectif fort, on distingue souvent à la périphérie une zone hyaline, généralement peu développée et qui représente certainement une couche ectoplasmique.

J'ai surtout observé ce fait sur des kystes de *Myxobolus Mülleri* des nageoires de la Chevaine. Chez *M. oriformis* (nageoires du Goujon), on constate quelquefois un aspect analogue, mais en général beaucoup moins net.

Dans les kystes de la *Glugea microspora* développés sur les nageoires de l'Épinoche, on peut également distinguer, à l'état frais, la couche striée périphérique qui, ainsi que nous le verrons, doit être considérée comme répondant à l'ectoplasma ; dans ces conditions, on

constate la fine striation de cette espèce de membrane avec autant de netteté que sur les coupes (Pl. IX, fig. 138). En dehors d'elle se trouve le tissu de la nageoire ; en dedans, on constate l'existence d'un protoplasma finement granuleux et de spores plus au moins nombreuses suivant les dimensions de la tumeur. Pour pouvoir faire ces observations, il est presque toujours nécessaire de vider en partie le kyste, soit en le faisant éclater par pression de la lamelle, soit, ce qui est préférable, en pratiquant en un point quelconque de sa surface, une petite ouverture par laquelle le contenu s'écoule. Toutefois, dans ces conditions, le kyste, même en partie privé de son contenu, ne présente qu'une faible transparence et l'emploi d'un grossissement un peu considérable n'est guère possible.

Ces observations à l'état frais ne conduisent, comme on le voit, qu'à des données bien incomplètes et bien peu précises. Aussi la méthode des coupes doit-elle être considérée comme le procédé général à employer pour l'étude des Myxosporidies des tissus, qu'elles se présentent sous forme de kystes ou à l'état d'infiltration. Cette méthode, appliquée aux espèces qui habitent les cavités organiques, conduit à des résultats intéressants, dont je dois m'occuper tout d'abord.

J'ai donné plus haut quelques indications relatives à la technique à employer pour les coupes de la vésicule biliaire, de la vessie ou du rein présentant des Myxosporidies.

Je rappellerai seulement ici que pour obtenir des préparations permettant d'étudier la constitution du corps protoplasmique de nos organismes, il est nécessaire d'avoir des pièces aussi fraîches que possible et fixées d'une façon irréprochable.

Le liquide de Flemming et celui d'Hermann donnent seuls des résultats satisfaisants à ce point de vue et encore arrive-t-il fréquemment que dans des organes, traités par ces réactifs et dont les tissus sont très bien fixés, les parasites se présentent dans des conditions de conservation absolument défectueuses.

On arrive cependant à obtenir des individus parfaitement fixés avec leurs pseudopodes encore bien reconnaissables. Le liquide de Flemming m'a semblé devoir être préféré à celui d'Hermann, non pas peut être sous le rapport de la fixation elle-même, mais au point de vue de la facilité des colorations.

Sur les Myxosporidies comprises dans les coupes et convenablement

fixées, la distinction entre l'ectoplasma et l'endoplasma est ordinairement beaucoup plus marquée que sur les individus vivants (Pl. VIII, fig. 44-46).

La limite entre les deux couches se trouve indiquée par une ligne très nette, donnant presque, en certains cas, l'illusion d'une fine membrane, fait évidemment dû à la coagulation du protoplasma sous l'influence du réactif.

L'ectoplasma se montre toujours plus granuleux qu'à l'état frais. Sa forme et ses caractères peuvent être bien conservés et les pseudopodes encore bien reconnaissables; *Myxidium Lieberkühni* (Pl. VIII, fig. 41, 46), *Chloromyxum Leydigi*.

Très fréquemment, ces appendices ne se voient plus et l'ectoplasma, rétracté sous l'influence des réactifs, se présente sous forme d'une couche d'épaisseur à peu près uniforme (fig. 44, 45).

Parfois, il revêt des caractères qui rappellent ceux de l'état frais : transparence, granulations excessivement fines, etc. (fig. 45, e.)

Dans d'autres cas, et cela chez les mêmes espèces et dans les mêmes préparations, l'ectoplasma revêt un aspect tout spécial, bien différent de celui qu'il présente à l'état vivant : on y observe, en effet, des stries très marquées qui lui donnent l'apparence d'être constitué par de petits bâtonnets accolés les uns aux autres (fig. 44, c); tantôt cette disposition s'observe sur toute la périphérie de l'individu, tantôt seulement en certains points en dehors desquels la couche externe paraît formée d'une substance homogène et transparentes (fig. 44, e).

Chez la *Sphaeromyxa Balbianii* étudiée à l'aide des mêmes procédés, on constate dans l'ectoplasma des modifications beaucoup plus accentuées et remarquables par leur constance chez tous les individus, sauf quelques variations insignifiantes. L'aspect homogène et hyalin qui le caractérisait à l'état vivant disparaît, en effet, complètement et fait place à une structure d'apparence compliquée qui frappe immédiatement l'attention.

Il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer à ce point de vue, les figures 55, 62, 63 et 64 de la Pl. VIII.

Comme on le voit, la zone ectoplasmique examinée sur les coupes est limitée, à sa face profonde, de l'endoplasma par une ligne très accentuée, ce qui lui donne quelque ressemblance avec une mem-

brane, ressemblance d'autant plus frappante qu'en certains points on voit cette couche accidentellement soulevée se séparer complètement de l'endoplasma sous-jacent.

Cette lame ectoplasmique membraniforme offre une épaisseur qui peut varier par gradations insensibles de 5μ à 10μ . Son caractère le plus saillant consiste dans la présence de stries très marquées, en général très serrées et perpendiculaires à la surface ; il en résulte qu'en certains points elle semble formée de petits bâtonnets juxtaposés.

Le plus souvent ces stries n'occupent pas toute sa hauteur et sont interrompues par une ligne sombre très visible, parallèle à la surface et qui divise l'ectoplasma en deux couches secondaires, l'une profonde, ordinairement plus mince et à stries plus espacées ; l'autre superficielle, plus épaisse et à stries plus rapprochées (fig. 62, 63).

La limite externe de cette dernière apparaît ordinairement comme une ligne mince ne fixant pas les matières colorantes ; parfois, au contraire, on distingue au-dessus des stries une zone fortement colorée (safranine, violet de gentiane) dont l'épaisseur peut atteindre 2μ , 5 , et qui semble formée de lamelles superposées parallèles à la surface (fig. 63 et 64).

Dans certains cas, j'ai rencontré la disposition représentée dans la figure 64. Au-dessus de l'endoplasma on observe la couche striée, remarquable ici parce qu'elle n'est point subdivisée en deux couches secondaires. De plus son épaisseur n'est pas uniforme. En certains points, assez régulièrement espacés les uns des autres, elle offre une hauteur presque double de celle qu'elle atteint dans les intervalles ; les stries se continuent dans ces espèces de saillies dont la largeur est de 2μ à 2μ , 5 , et sur lesquelles repose la zone superficielle colorée, d'ordinaire bien développée dans les cas dont il s'agit.

Je dois enfin noter que dans un certain nombre de préparations, l'ectoplasma n'apparaissait plus que comme une zone homogène, dépourvue de striation et fixant fortement les réactifs colorants. Cet aspect, que j'ai observé quelquefois après l'emploi du liquide de Flemming et qui m'a semblé constant dans les pièces fixées par le sublimé et colorées à l'hématoxyline, est probablement le résultat d'une fixation défectueuse.

Ces changements d'aspect de l'ectoplasma m'ont paru présenter quelque intérêt et mériter d'être décrits avec détails.

Quant à la manière dont il faut les interpréter et à la signification qu'il convient de leur attribuer, c'est une question que j'examinerai plus tard, à propos de faits du même ordre qui, pour être bien compris, doivent être comparés aux précédents et que nous allons avoir à constater chez les Myxosporidies des tissus.

Pour ces dernières, l'examen à l'état frais ne donne, comme on l'a vu, à peu près aucun renseignement sur la constitution du corps protoplasmique et ne permet que, dans quelques cas exceptionnels, de soupçonner l'existence d'une zone périphérique différenciée et présentant des caractères particuliers ; celle-ci ne se voit nettement que chez la *Glugea microspora*, dans laquelle le protoplasma proprement dit est limité par une couche membraniforme très finement striée parallèlement à sa surface.

Par la méthode des coupes, on arrive sur ce sujet à des notions plus exactes et plus générales.

En l'appliquant à un certain nombre d'espèces, on constate une grande variété dans les caractères que peut revêtir la portion la plus superficielle du protoplasma. On observe, en effet, tous les intermédiaires entre certains cas où sa constitution ne diffère en rien de celles des parties profondes et d'autres cas où elle se montre, au contraire, comme une zone bien distincte, nettement limitée et tout à fait comparable à l'ectoplasma des formes libres.

Je m'occuperai tout d'abord des faits dans lesquels cette distinction est le plus facilement appréciable et je reviens immédiatement à la *Glugea microspora* que je citais il y a un instant et chez laquelle la différenciation de la couche périphérique atteint le plus haut degré que l'on observe chez les Myxosporidies des tissus.

Cet organisme siège, comme on l'a vu, dans le tissu conjonctif sous-cutané où il forme des tumeurs arrondies qui, par les progrès de leur développement, peuvent arriver en contact direct avec l'épiderme. La masse parasitaire est limitée par une sorte de membrane d'enveloppe déjà signalée par GLUGE et qui peut atteindre 10 μ d'épaisseur.

On peut la distinguer à l'état frais et, dans ces conditions, elle semble formée de couches concentriques se traduisant par de fines stries parallèles à la surface et sur lesquelles j'ai depuis longtemps attiré l'attention. Sur des coupes, elle se retrouve avec des carac-

tères absolument identiques (Pl. VIII, fig. 38, *e*). En dehors de cette couche, on voit le tissu conjonctif (*c*) et en dedans d'elle le protoplasma granuleux répondant à l'endoplasma.

L'aspect que je viens de décrire doit être considéré comme typique et se retrouve dans presque tous les kystes de la *Glugea*. J'ai cependant observé un cas dans lequel cette espèce d'enveloppe se présentait avec des caractères un peu différents. Il s'agissait d'un kyste d'assez petite taille, développé dans l'épaisseur de la cornée d'une Épinoche. Il était encore enveloppé d'une couche membraniforme très nette, mais celle-ci n'offrait pas son aspect ordinaire. Elle était d'abord d'épaisseur beaucoup moindre ($5\ \mu$), de plus, elle semblait formée d'une matière beaucoup plus dense, retenant fortement les couleurs d'aniline ; enfin, la striation était difficilement reconnaissable (Pl. IX, fig. 139, *e*).

Malgré les différences dont on se rend immédiatement compte en comparant les deux figures 138 et 139, on a évidemment affaire dans les deux cas, à une formation de même nature et je crois que, dans le second, les caractères particuliers de la couche superficielle tiennent aux conditions spéciales de développement qui résultaient pour le parasite de sa présence dans un tissu aussi dur et résistant que celui de la cornée. Celui-ci était évidemment loin de se laisser distendre et refouler avec la même facilité que le tissu conjonctif sous-cutané, siège ordinaire de notre organisme. Il en résultait que, par suite de l'accroissement progressif de la masse protoplasmique, l'enveloppe fibrillaire se trouvait soumise à une compression de plus en plus considérable contre le tissu cornéen. Les modifications constatées dans ses caractères n'avaient pas, je crois, d'autre origine, et sa moindre épaisseur, son aspect plus dense, doivent être considérés comme résultant de la pression anormale qu'elle avait eue à subir.

L'origine parasitaire de cette couche membraniforme ne me semble pas faire le moindre doute : il suffit de l'avoir vue pour en être convaincu. La régularité de son épaisseur, son existence constante à la périphérie de tous les exemplaires, qu'ils soient complètement plongés dans le tissu conjonctif ou en rapport plus ou moins étendus avec l'épiderme, la finesse de ses stries, l'absence complète de noyaux dans son épaisseur, tous ces caractères en un mot, ne paraissent pas susceptibles d'une autre interprétation. Il s'agit bien d'une modifica-

tion de la partie superficielle du protoplasma qui est évidemment l'analogue de la couche ectoplasmique des formes libres; seulement ici, la différenciation s'est faite dans une direction différente, en rapport avec l'adaptation de l'organisme tout entier à des conditions d'existence complètement dissemblables.

Chez aucune autre espèce, on ne trouve la zone périphérique avec des caractères aussi nettement tranchés; nulle part elle n'est le siège d'une différenciation aussi marquée, et ne revêt l'apparence d'une membrane d'enveloppe dont l'existence justifie la dénomination de kyste, appliquée aux tumeurs formées par la *Glugea microspora*.

Il est pourtant facile de trouver d'autres exemples dans lesquels le corps protoplasmique présente manifestement deux portions distinctes, répondant à l'ectoplasma et à l'endoplasma.

Des faits de ce genre s'observaient avec une grande netteté chez le *Myxobolus Pfeifferi* dans les individus qui occupaient les loges creusées au milieu du tissu conjonctif hypertrophié dans le cas d'invasion de la paroi intestinale du Barbeau dont j'ai eu déjà l'occasion de parler plus haut. Les caractères que revêtait l'ectoplasma pouvaient se rapporter à deux types différents, réunis d'ailleurs par une série de transitions et représentés dans les figures 74 et 75 (Pl. viii).

Dans l'un, on constatait l'existence d'une zone ectoplasmique très nettement limitée du côté interne par une ligne continue, à double contour et présentant un aspect très analogue à celui que j'ai signalé chez certains individus de *Myxidium Lieberkühni* (Pl. viii, fig. 44, c). Cette couche qui peut atteindre ici 5 à 7 μ d'épaisseur, se montre comme dans ce dernier cas, très fortement striée et, en certains points, elle semble vraiment formée par la juxtaposition d'éléments en forme de bâtonnets, surtout distincts au voisinage de la surface libre (Pl. viii, fig. 74, ec).

Chez les exemplaires où se trouve réalisée cette disposition, on observe le plus souvent un espace vide (v), plus ou moins considérable entre le parasite et la paroi interne de la loge (c). Ce vide, dû très probablement à la rétraction du protoplasma sous l'influence des réactifs, est souvent occupé par une substance granuleuse, amorphe, semblant résulter de la coagulation d'un liquide.

Dans d'autres cas, les caractères de la couche ectoplasmique étaient tout différents. A la périphérie du corps plasmique, on constatait la

présence d'une zone particulière, épaisse de 1,5 à 4 μ et qui se distinguait immédiatement de l'endoplasma par son aspect hyalin, homogène, à peine granuleux, rappelant celui de l'ectoplasma de beaucoup de formes libres (*Myxidium Lieberkühni*, fig. 45).

La limite interne de cette couche était plus ou moins nette. Parfois, aussi accentuée que dans le cas précédent et également marquée par une ligne à double contour, elle l'était beaucoup moins sur d'autres exemplaires, mais elle était toujours facile à apprécier (Pl. VIII, fig. 75, *ec.*) Dans le point représenté sur cette figure, le parasite était en contact avec la paroi conjonctive de la loge (*c*).

Chez le *Myxosoma Dujardini*, développé sur les branchies du Gardon, j'ai observé une disposition très semblable de l'ectoplasma. Il se présentait ici encore comme une zone hyaline, nettement limitée, épaisse de 1,5 à 2 μ (Pl. IX, fig. 89, *ec*) et offrait par places des lignes assez accentuées, perpendiculaires à la surface, au niveau desquelles les couleurs d'aniline se fixaient avec une certaine intensité. Ces lignes, qui ne dépassaient pas la limite interne, ne semblent pas autre chose que des plissements de l'ectoplasma, résultant de la rétraction de la masse parasitaire sous l'influence des réactifs.

Dans beaucoup d'espèces, on voit l'ectoplasma perdre de son importance en même temps que ses caractères différentiels tendent à s'effacer; sa limite interne surtout devient de moins en moins nette et en arrive à devenir tout à fait indécise. Tel est le cas, par exemple, pour la plupart des kystes de *Myxobolus oriformis* dans les nageoires du Goujon.

La limite externe de la masse parasitaire est toujours marquée par une ligne très nette. En dedans d'elle, on observe une zone assez épaisse (Pl. IX, fig. 80, *ec*), qui retient assez fortement la safranine et qui est aussi limitée assez nettement du côté interne. Sur bien des points, elle présente ainsi l'aspect d'une couche bien distincte; mais ailleurs on la voit se continuer insensiblement avec le protoplasma granuleux qu'elle recouvre. Très souvent elle présente des espèces de stries dirigées perpendiculairement à la surface du kyste. analogues à celles que je viens de signaler chez le *Myxosoma*. Il semble qu'il s'agisse encore ici de petits plissements dus à l'action des réactifs. Mais on les voit souvent se prolonger dans le protoplasma proprement dit, contribuant ainsi à rendre encore plus indécise la limite interne de la zone périphérique.

Quoi qu'il en soit, au niveau de cette dernière, le protoplasma semble présenter quelques propriétés particulières et un degré de différenciation. Toutefois, celle-ci est si peu marquée et les limites sont si peu nettes entre cette couche externe et la masse protoplasmique interne, qu'il ne semble guère possible d'admettre dans le parasite l'existence de deux couches distinctes méritant un nom particulier. L'ectoplasma n'existe plus pour ainsi dire qu'à l'état de vestige et la disposition que nous venons de constater est un acheminement évident vers son absence complète.

Chez d'autres espèces, les caractères de la région superficielle du protoplasma semblent devoir être interprétés de la même façon.

Les kystes du *Myxobolus ellipsoides*, par exemple, offrent souvent, en contact avec le tissu ambiant, une bande colorée plus ou moins épaisse, rappelant tout à fait ce qui existe chez le *M. oviformis* : à ce niveau, le protoplasma diffère de celui qui constitue la masse interne, par son affinité plus grande pour les colorants et aussi par un aspect plus compact et plus dense. Comme dans le cas précédent, la limite interne de cette zone peut être nettement dessinée, ou, au contraire, tout à fait indécise ; parfois, cette couche colorée manque tout à fait et à la limite du protoplasma on distingue seulement une mince couche d'une substance réfringente et homogène, offrant un double contour et, dans certains cas, une épaisseur nettement appréciable.

J'ai retrouvé cette dernière disposition dans certains kystes de *Myxobolus inaequalis* des branchies de la Carpe ; d'autres fois, chez cette espèce, j'ai trouvé le protoplasma simplement limité par une ligne bien nette mais sans double contour et jusqu'à laquelle il s'étendait sans présenter la moindre modification d'aspect au voisinage de sa surface.

Cette absence absolue de différenciation de la couche externe du protoplasma se retrouve constamment dans les kystes d'*Henneguya psorospermica*. La préparation dont a été tirée la fig. 82 (Pl. ix), en offrait un exemple parfaitement net, d'autant plus que, comme on le voit sur la figure, le parasite rétracté par les réactifs n'était plus en contact avec le tissu ambiant sur une grande étendue, ce qui contribuait à rendre plus aisé l'étude de la manière dont était limité le corps protoplasmique.

Dans d'autres exemplaires de cette même espèce, on trouve dans le protoplasma, particulièrement nombreuses au voisinage

de la surface, des masses irrégulières, violemment colorées, qui, au premier coup d'œil, examinées à l'aide d'un faible grossissement, pourraient en raison de leur situation en imposer pour une formation ectoplasmique. Mais une observation plus attentive montre que leur origine est toute différente et qu'elles ne sont que le résultat de la coagulation d'une substance particulière, probablement liquide, qui, solidifiée et ayant subi une rétraction irrégulière sous l'influence des réactifs, a revêtu l'aspect particulier que j'ai de signaler.

J'ai constaté l'existence de productions analogues dans une autre espèce, le *Myxobolus exiguus* développé sous forme de kystes dans la paroi intestinale des *Mugil*.

Dans ce dernier cas, leur ressemblance avec une différenciation ectoplasmique était encore plus marquée que dans l'*Henneguya* (fig. 4 du texte, *g. r*). Je reviendrai plus loin sur les caractères et la signification de ces coagulums dont l'étude doit évidemment être rapprochée de celle de l'endoplasma, puisque dans les Myxosporidies où je les ai observés, on ne trouvait pas trace d'une différenciation de la couche périphérique.

Cette absence d'ectoplasma se rencontre d'ailleurs chez beaucoup de Myxosporidies des tissus : dans les grosses tumeurs de la vessie natale de la Tanche, produites par le *Myxobolus ellipsoïdes*, on voit le protoplasma s'insinuer dans les intervalles des faisceaux conjonctifs sans présenter au contact de ceux-ci aucun caractère particulier ; il en est de même pour la *Glugea punctifera* (Pl. IX, fig. 118) du tissu conjonctif des muscles de l'œil du *Merlangus pollachius*, la *Gl. acuta*, etc.

Enfin, je dois rappeler ici la constitution exceptionnelle des *Thelohania* et *Pleistophora* qui rend très difficile leur comparaison avec les autres formes. Je les ai toujours trouvées sous forme de petits kystes sphériques, enveloppés d'une membrane dont la véritable signification ne laisse pas d'être difficile à déterminer. Aussi consacrerai-je à leur étude un paragraphe spécial.

D'après les observations que je viens de rapporter, on voit que les Myxosporidies des tissus peuvent offrir de grandes variations en ce qui concerne la structure de la portion superficielle de leur protoplasma.

Si on les considère d'une façon générale, il semble que la tendance à l'effacement de la différenciation ectoplasmique constitue une de

leurs particularités les plus caractéristiques, en même temps qu'un des signes les plus nets de la dégradation organique qui résulte pour elles de leur mode d'existence.

Dans les faits qui précèdent, on a vu ce processus de simplification progressive du corps plasmique, depuis les cas où il existe deux zones nettement caractérisées, tout à fait comparables à l'ectoplasma et à l'endoplasma des formes libres (*Myxobolus Pfeifferi*), jusqu'à d'autres où cette distinction est à peine marquée (*Myxosoma Dujardini*, *Myxobolus oviformis*) pour arriver enfin à des types extrêmes chez lesquels on ne trouve plus qu'une masse de protoplasma dont la constitution se montre absolument identique dans les parties profondes et au voisinage de la surface (*Henneguya psorospermica*, *Glugea punctifera*, *Myxobolus inaequalis*).

La disposition offerte par la *Glugea microspora* me paraît mériter une mention spéciale. L'espèce de membrane stratifiée que l'on observe à sa périphérie forme un contraste aussi complet que possible avec la couche hyaline, douée de mouvements rapides et variés qui constitue l'ectoplasma typique des Myxosporidies libres. La différenciation de la zone externe est évidemment faite ici dans un sens tout différent de celui où elle s'effectue chez ces dernières, mais elle n'en est pas moins poussée fort loin, de telle sorte que « l'histoparasitisme » semble avoir exercé sur cet organisme une influence complètement opposée à celle qu'il exerce sur les autres espèces où on constate au contraire, comme on l'a vu, une tendance très nette à l'effacement de la différenciation de la partie du protoplasma en rapport avec le milieu extérieur.

On a vu que chez les Myxosporidies, étudiées au moyen de la méthode des coupes, on constate souvent des modifications très accentuées dans l'aspect de l'ectoplasma. Je n'ai pas à revenir sur ces faits que je crois avoir décrits avec assez de détails, mais je dois indiquer la manière dont ils me paraissent devoir être interprétés.

Il y a là, en effet, des questions assez embarrassantes et dont la solution présente un certain intérêt, d'abord au point de vue de l'histoire de nos parasites et aussi à un point de vue plus général puisqu'elles se rattachent au problème encore si obscur de la structure intime du protoplasma.

On peut se demander quelle part revient à l'action des réactifs dans les changements si considérables que subit parfois l'ectoplasma, après qu'on l'a soumis à l'action des agents fixateurs, durcissants, etc. Ceux-ci créent-ils de toutes pièces la structure compliquée que l'on observe par exemple dans l'ectoplasma de la *Sphaeromyxa Balbianii*, ou bien, au contraire, ne font-ils qu'accentuer et rendre visible une disposition préexistante qui échappe à l'état frais à nos moyens d'investigation ?

Je crois que cette dernière opinion est la plus conforme à la réalité.

Il faut remarquer, en effet, que chez les Myxosporidies, étudiées sur des coupes, l'aspect de l'ectoplasma vivant se montre souvent modifié d'une façon profonde mais en même temps extrêmement variable suivant les espèces, bien que les procédés techniques employés aient été rigoureusement identiques.

Prenons, par exemple, la *Sphaeromyxa Balbianii* et la *Sphaerospora divergens*. Les caractères de la couche ectoplasmique sont, comme on l'a vu, très semblables à l'état vivant chez ces deux organismes (Pl. VII, fig. 12; Pl. VIII, fig. 55); sur les coupes au contraire, après fixation par le même réactif (liquide de Flemming), passage par la même série d'alcools, d'essences, inclusion conduite absolument de la même façon, coloration par les mêmes procédés, on trouve les caractères de l'ectoplasma complètement dissemblables dans chacun d'eux; chez la *Sphaerospora*, il s'est seulement un peu rétracté et a pris un aspect granuleux comparable à celui que l'on observe dans le *Myxidium Lieberkühni* représenté dans la fig. 46 (Pl. VII). Chez la *Sphaeromyxa* au contraire, on trouve l'ectoplasma hyalin et homogène de l'individu vivant changé en cette couche à structure compliquée que j'ai déjà décrite (Pl. VIII fig. 62-64).

Ne faut-il pas admettre, pour comprendre ces effets si différents des mêmes causes, que la couche ectoplasmique présente d'avance dans sa constitution et sa structure intime des différences qui nous échappent, il est vrai, à l'état vivant, mais qui expliquent la façon particulière dont elle se comporte dans chacune de ces espèces sous l'influence des mêmes agents ?

Dans d'autres cas, nous voyons sur les coupes l'ectoplasma revêtir dans la même espèce des caractères variables suivant les individus, par exemple chez le *Myxidium Lieberkühni* (Pl. VII, fig.

44-46). Je crois qu'ici encore, il faut attribuer ces variations à l'existence de particularités réelles et préexistantes dans la constitution de la zone superficielle, particularités que l'action des réactifs se borne à exagérer et à rendre sensibles.

De même, pour les Myxosporidies des tissus, quand après les avoir traitées par la même méthode, on constate chez certaines d'entre elles l'existence d'une zone périphérique d'aspect spécial, tandis que chez d'autres on voit le protoplasma se continuer sans changement jusqu'au contact du tissu ambiant, il me semble absolument légitime de considérer cette différence comme une preuve qu'il existe dans le premier cas une modification de la portion superficielle de protoplasma se traduisant par la façon particulière dont cette zone se comporte vis-à-vis des réactifs.

Peut-on tirer de l'étude des coupes des notions plus précises et arriver par ce procédé à connaître la nature de différenciation qui caractérise l'ectoplasma ou la structure de ce dernier? J'avoue que cela me semble à peu près impossible. Vouloir par exemple, considérer l'aspect que revêt sur les coupes l'ectoplasma de la *Sphaeromyxa Balbianii* comme une preuve de sa structure alvéolaire, serait, je crois, émettre une opinion bien hasardée et entrer dans une voie qui ne conduirait qu'à des résultats peu solides.

Quelque confiance que puissent mériter les méthodes actuelles de fixation, il faut bien reconnaître qu'elles constituent en somme, des procédés assez brutaux qui, appliqués à des objets aussi délicats que la couche ectoplasmique des Myxosporidies, peuvent, certainement, par la nature même des substances employées et en vertu de leur énergique pouvoir coagulant, déterminer dans cette couche l'apparition d'images artificielles, résultant de la rétraction plus ou moins marquée et plus ou moins régulière du protoplasma.

En outre, étant donné le mode d'action des agents fixateurs, les variations d'aspect de la couche ectoplasmique peuvent reconnaître d'autres causes que des différences de structure. Les dispositions morphologiques de cette zone superficielle, si variables dans les individus d'une même espèce, doivent avoir à ce point de vue une importance considérable. Je serais, pour ma part, fort disposé à admettre que c'est de ce côté qu'il faut chercher l'explication des différences d'aspect que l'on observe si fréquemment chez le *Myxidium Lieberkühni* (Pl. VIII, fig. 44-46).

Celles-ci dépendent sans doute dans une large mesure des conditions de forme, d'extension ou de division plus ou moins accentuées dans lesquelles se trouvait l'ectoplasma au moment où il a subi l'action des réactifs, et on a vu plus haut combien est accentué chez cet organisme le polymorphisme ectoplasmique.

Il me semble donc qu'il serait imprudent de vouloir tirer, des caractères que présente sur les coupes l'ectoplasma des *Myxosporidies*, des conclusions précises relativement à sa constitution intime, les dissemblances que l'on constate pouvant, il est vrai, avoir pour origine des différences de structure, mais pouvant aussi provenir de l'état morphologique particulier dans lequel a été saisie par la coagulation la couche périphérique.

Mais si l'aspect qu'elle présente sur les coupes ne peut nous renseigner sur la structure de cette dernière et sur la nature de la différenciation qu'elle a subie, l'existence de cette différenciation me semble bien prouvée par les caractères spéciaux qu'elle revêt dans ces conditions.

En un mot, je crois que les effets variables de l'action des mêmes agents sur l'ectoplasma considéré d'une façon générale ou comparativement à l'endoplasma chez une même espèce, ne font que traduire des différences réelles et préexistantes dans la structure et la constitution moléculaire, sans qu'il soit possible pourtant de tirer de ces faits aucune conclusion relativement à la nature de ces différences et sans qu'il soit permis de supposer une analogie quelconque entre les images plus ou moins artificielles obtenues par ces méthodes et l'agencement naturel des éléments constitutifs de la substance protoplasmique.

Fonctions de l'ectoplasma et des pseudopodes.

A propos de la définition de l'ectoplasma, j'ai déjà eu l'occasion d'indiquer le rôle qu'il est appelé à jouer dans la vie de nos organismes, ce qui me permettra de ne pas m'arrêter longuement ici sur ce sujet.

1° Myxosporidies libres. — On a vu que chez les Myxosporidies, qui vivent en liberté dans les liquides organiques, la couche périphérique différenciée remplit les fonctions suivantes :

A. Elle protège la masse protoplasmique interne contre l'action nocive du liquide ambiant.

B. Elle jouit de la propriété d'émettre des expansions pseudopodiques qui agissent comme organes de locomotion et de fixation.

La locomotion s'effectue par un mécanisme différent suivant le degré plus ou moins accentué de différenciation que présentent les pseudopodes. Ceux-ci peuvent être le siège exclusif des mouvements et agir à la façon de véritables rames, le reste du corps restant absolument inactif : *Leptotheca agilis*. D'autres fois, les mouvements s'accompagnent de déformations du corps tout entier : *Myrionidium Lieberkühni*, *Chloromyxum Legdigi*, *Chl. fluxiatile*, etc.

Enfin, dans certaines espèces, on constate seulement des expansions ectoplasmiques lobées, à contours arrondis qui méritent à peine le nom de pseudopodes et dont le rôle locomoteur est à peu près insignifiant : *Sphaeromyxa Balbianii*, *Sphaeromyxa divergens*.

Les pseudopodes servent également aux Myxosporidies à se fixer aux corps solides qui se trouvent à leur portée : épithélium des cavités qu'elles habitent, petits cristaux très fréquents dans la bile de certains Poissons, etc. Elles s'attachent ainsi très souvent les unes aux autres et peuvent arriver de la sorte à des amas considérables. Ce rôle particulier des pseudopodes semble ne pouvoir s'exercer qu'autant que ces productions atteignent un certain degré de différenciation : ainsi, je n'ai jamais observé d'individus fixés par leur ectoplasma chez la *Sph. Balbianii* ou la *Sph. divergens*.

Enfin, je dois signaler le fait suivant, qui me semble présenter un certain intérêt.

Contrairement à ce que l'on observe chez la plupart des organismes susceptibles d'émettre des pseudopodes, ces appendices chez les Myxosporidies ne jouent aucun rôle dans les phénomènes de nutrition, et on ne les voit jamais saisir des particules solides pour les faire pénétrer dans l'intérieur du corps.

Cette incapacité d'absorber des corps étrangers était déjà mentionnée par LIEBERKÜHN qui la regardait comme un caractère différentiel entre nos parasites et les véritables Amibes.

L. PFEIFFER a émis récemment une opinion contraire et il rapporte qu'il a parfois trouvé des globules sanguins « encore facilement reconnaissables » dans l'endoplasma de jeunes individus de *Myxidium Lieberkühni*.

Je n'ai pu, pour ma part, rencontrer un seul fait de ce genre et mes observations confirment absolument sur ce point la manière de voir de LIEBERKÜHN. Non seulement je n'ai jamais assisté à la pénétration d'éléments solides dans le protoplasma, mais je n'ai jamais constaté au sein de celui-ci la présence de corpuscules quelconques pouvant provenir de l'extérieur. Dans la bile de certains Poissons, on trouve souvent des corps particuliers doués de propriétés caractéristiques : petits cristaux, microbes, etc., qui eussent été faciles à reconnaître dans le protoplasma des Myxosporidies, mais je n'ai jamais réussi à les y rencontrer.

De même, quand on observe le contenu d'une vésicule biliaire quelque temps après la mort de l'animal, l'épithélium peut être déjà altéré et en partie desquamé alors que les Myxosporidies sont encore pleines de vie et extrêmement actives : on en voit un grand nombre fixées sur des cellules épithéliales détachées de la paroi, mais jamais on ne retrouve ces éléments ou leurs débris dans le protoplasma des parasites.

En mélangeant de la poudre de carmin à la bile, soit dans l'intérieur même de la vésicule, soit après l'en avoir extraite, et en examinant les Myxosporidies de temps en temps jusqu'à ce qu'elles commençassent à souffrir et à perdre de leur vitalité, je n'ai jamais pu constater la présence d'un seul grain de cette substance dans leur protoplasma.

On pouvait toutefois reprocher à ces observations de porter sur des organismes placés dans des conditions défavorables.

Pour échapper à cette cause d'erreur, j'ai eu recours à l'expérience suivante que j'ai répétée un grand nombre de fois, toujours avec un résultat identique. A l'aide d'un tube en verre effilé et à extrémité mousse, je vidais de son contenu la vessie urinaire d'un Brochet. En examinant l'urine ainsi recueillie, je m'assurais de la présence du *Myxidium Lieberkühni*, puis j'y délayais de la poudre de carmin

de manière à obtenir une bouillie un peu épaisse dont j'aspirais une certaine quantité dans le tube qui m'avait servi de sonde. Je le réintroduisais alors dans l'organe, et en soufflant par son extrémité libre, je faisais couler dans celui-ci la bouillie de carmin. Celle-ci s'écoule en partie au moment où on retire le tube mais il en reste suffisamment pour les besoins de l'expérience.

On peut alors lier l'uretère, mais cette précaution n'est pas indispensable. Le Brochet était remis dans l'eau et 24 heures après j'examinais les *Myxidium*, soit après avoir tué l'animal, soit en retirant simplement de la vessie une certaine quantité d'urine. Dans ces conditions, je n'ai jamais trouvé un seul grain de carmin dans le protoplasma de ces parasites, alors que sur les parois de l'organe et dans l'urine elle-même, on en trouvait en grande quantité.

De tous ces faits on peut, je crois, conclure que les Myxosporidies ne sont pas aptes à absorber des substances alimentaires à l'état solide et qu'elles se nourrissent uniquement par imbibition.

2^o Myxosporidies des tissus. — Chez elles, en raison de leurs conditions d'existence, la couche périphérique n'a plus aucun rôle à jouer en tant qu'organe de locomotion ou de fixation : aussi, voit-on la différenciation ectoplasmique s'effacer progressivement. Dans certains cas pourtant, elle se montre très accentuée et se fait dans un sens tout particulier, de façon à donner naissance à une enveloppe protectrice qui prend un développement considérable (*Glugea microspora*).

Résumé des caractères de l'Ectoplasma.

La portion périphérique du protoplasma des Myxosporidies est le siège d'une différenciation qui lui donne des caractères particuliers permettant de la considérer comme une couche spéciale sous le nom d'*ectoplasma*.

L'*ectoplasma* se distingue en général, par son aspect homogène. hyalin, très finement granuleux ; il ne renferme jamais de noyaux.

Chez les Myxosporidies des tissus, la différenciation de la couche externe est ordinairement moins marquée et disparaît souvent complètement ; chez celles qui vivent dans les cavités organiques, l'ectoplasma est beaucoup plus nettement caractérisé et donne naissance à des expansions pseudopodiques qui peuvent se montrer indifféremment sur toute sa surface ou, au contraire, être strictement localisées en un point déterminé.

Ces pseudopodes peuvent être plus ou moins différenciés : parfois, ils sont représentés par de simples plissements de la zone ectoplasmaïque ; le plus souvent, ils consistent en petites saillies nettement distinctes de la masse et souvent divisées en lobes secondaires ; dans quelques cas, enfin, ce sont de longs appendices filiformes doués de mouvements plus ou moins rapides.

L'ectoplasma joue un rôle protecteur vis-à-vis de la masse centrale ; les pseudopodes représentent des organes de locomotion et de fixation, mais ils sont incapables de saisir des particules alimentaires solides pour les faire pénétrer dans l'intérieur du corps, comme chez les Amibes.

II. ENDOPLASMA.

Le protoplasma central ou *endoplasma*, revêtu par l'enveloppe ectoplasmaïque plus ou moins différenciée que nous venons d'étudier, s'en distingue en général par les caractères suivants : il présente un aspect beaucoup plus granuleux et ses granulations sont beaucoup plus grosses ; il renferme souvent des substances particulières qui semblent représenter des matériaux de réserve : on y trouve enfin, des noyaux en nombre variable et des spores à divers degrés de développement.

Ce n'est que chez les individus tout à fait jeunes qu'il est composé, pour ainsi dire, de protoplasma à l'état de pureté. Il présente alors dans toutes les espèces, des caractères remarquablement uniformes.

Mais il ne tarde pas à devenir le siège de différenciations qui donnent naissance à des substances de nature et d'aspect très variables ; ses caractères primitifs peuvent alors se trouver profondément modifiés et ces modifications deviennent chez certaines espèces absolument caractéristiques.

J'étudierai d'abord ces produits de différenciation de l'endoplasma, puis je rapporterai les observations que j'ai pu faire relativement aux noyaux qu'il renferme.

I. Produits de différenciation.

1^o Myxosporidies libres.

Chez les Myxosporidies libres, les limites de l'endoplasma sont, en général, faciles à distinguer, grâce à l'aspect spécial que lui donnent ses granulations plus accentuées et la présence d'éléments différenciés. Ceux-ci, incolores dans le plus grand nombre des espèces, présentent ailleurs une coloration plus ou moins intense, qu'ils communiquent à l'organisme tout entier quand leur nombre est un peu considérable.

Ces substances de nature diverse que renferme l'endoplasma amènent dans son apparence extérieure des différences considérables, aussi les étudierai-je tout d'abord. Elles semblent, dans la plupart des cas, devoir être considérées comme des matériaux de réserve ; quelles que soient leur nature et la forme qu'elles revêtent, elles dérivent toujours de l'activité physiologique du protoplasma puisque, comme nous l'avons vu, aucun corps solide provenant de l'extérieur n'est absorbé par nos organismes.

Parmi ces productions de l'endoplasma, les plus importantes sont les matières grasses, que l'on rencontre chez un très grand nombre d'espèces.

Il faut distinguer la graisse proprement dite des substances qui paraissent très voisines mais qui en diffèrent cependant par quelques caractères. La graisse se montre dans l'endoplasma sous forme de globules, de dimensions variables, incolores, extrêmement réfringents. Ils existent en nombre plus ou moins considérable chez presque tous les individus.

Parmi les espèces qui en présentent le plus, il convient de citer le *Myxidium Lieberkühni*, la *Ceratomyxa truncata*, etc. Dans ces espèces, les globules gras sont irrégulièrement disséminés ; chez la *Leptotheca agilis*, on les trouve, au contraire, localisés à l'extrémité antérieure (fig. 29, 31, Pl. VII, g). Chez la *Ceratomyxa*

arcuata, ils sont aussi souvent rassemblés à la partie antérieure, mais ils peuvent exister ailleurs (Pl. VII, fig. 16).

Dans les Myxosporidies que je viens de citer, on a bien affaire à de la graisse. Outre leur réfringence, les globules en question présentent d'autres propriétés bien caractéristiques : ils sont solubles dans l'alcool absolu, l'éther, le chloroforme, les huiles essentielles, etc.

Traités par l'acide osmique, ils noircissent fortement et deviennent alors très peu solubles dans les réactifs précédents, ce qui permet leur conservation dans les préparations faites par la méthode des coupes, comme on le voit dans les figures 44, 45, 46 (Pl. VII) (*Myxidium Lieberkühni*).

Dans un assez grand nombre de cas, on trouve dans l'endoplasma des globules dont l'aspect extérieur est tout à fait analogue à celui des précédents : on ne peut les distinguer par le simple examen, car ils sont également incolores et extrêmement réfringents.

On en trouve, par exemple, en grand nombre dans la *Sphaeromyxa Balbianii* : ils sont, en particulier, très nombreux au voisinage de la limite externe de l'endoplasma, mais ils existent dans toute l'étendue de celui-ci au niveau des cloisons qui séparent les vacuoles dont est creusé le protoplasma (Pl. VIII, fig. 55).

Toutefois, malgré l'identité d'aspect, ces globules ne paraissent pas de même nature que ceux que j'ai étudiés tout d'abord. Ils sont solubles dans les dissolvants des graisses, mais l'acide osmique leur donne une teinte d'un noir moins franc, légèrement brunâtre et surtout, après traitement par ce réactif, quelle que soit la durée de son action, ils continuent à se dissoudre rapidement dans l'alcool, l'éther, la benzine, etc. Aussi n'en retrouve-t-on plus trace dans les coupes (Pl. VIII, fig. 62).

Des globules présentant ces caractères s'observent dans un grand nombre d'espèces : tels sont ceux que l'on rencontre en si grand nombre dans l'endoplasma de l'*Henneguya media* (Pl. VII, fig. 20), chez la *Sphaerospora divergens*, etc. On en observe aussi très souvent chez le *Chloromyxum Leydigi*, où ils sont ordinairement de petite taille.

Mais cette dernière espèce est surtout remarquable par la présence dans l'endoplasma de globules plus gros qui, d'après leurs propriétés, semblent constitués par une substance voisine. Moins réfringents que les précédents, ils sont assez fortement colorés et leur teinte

varie du jaune d'or à un jaune un peu verdâtre ou tirant légèrement sur le brun. Les très jeunes exemplaires en sont seuls dépourvus : les autres en renferment plus ou moins (Pl. VIII, fig. 6-8, *γ*). Dans certains cas, l'endoplasma en est littéralement bourré (fig. 8), mais je ne les ai jamais observés en pareille abondance que chez des individus non sporifères : peut-être disparaissent-ils en partie pendant la formation des spores.

Leur présence communique à l'ensemble de l'endoplasma une coloration remarquée depuis longtemps par LEYDIG et dont l'intensité varie évidemment avec leur nombre. A l'aide de forts grossissements, on constate facilement qu'elle réside uniquement dans ces éléments.

Ceux-ci affectent la forme de lentilles biconvexes à bords assez épais. Leur grand diamètre mesure le plus souvent 3-4 μ ; mais j'en ai trouvé chez lesquels il n'était que de 1 μ , 5 et d'autres où il atteignait 5 μ .

Je n'ai pas pu malheureusement les étudier d'une façon suffisante au point de vue de leurs propriétés chimiques et je ne puis qu'indiquer la manière dont ils se comportent vis-à-vis de quelques réactifs.

Ils sont solubles dans l'alcool absolu, l'éther, le chloroforme, l'ammoniaque, la potasse, l'acide acétique. L'essence de térébenthine les dissout également : quand ce liquide arrive au contact d'individus entiers, on voit ceux-ci se contracter, en même temps que la limite entre l'ectoplasma et l'endoplasma s'accroît d'une façon considérable. Si l'ectoplasma ne présente pas de solution de continuité, les choses peuvent rester assez longtemps dans cet état ; mais dès que la zone superficielle présente la moindre rupture, l'essence arrive au contact de l'endoplasma et on voit les globules éclater et se dissoudre.

L'eau iodée les colore en jaune comme le protoplasma ; l'éosine en solution aqueuse ne les colore pas.

Si on les traite par l'acide osmique à 1 %, ils ne deviennent pas noirs et prennent seulement une teinte grisâtre qui les fait paraître d'un jaune sale. Cette teinte grisâtre s'accroît un peu plus si on les laisse dans l'acide osmique pendant deux ou trois jours.

L'action de l'acide osmique n'entrave en rien celle des réactifs dissolvants : aussi, sur les coupes, on ne trouve plus trace de ces

éléments et les *Chloromyxum* se montrent sous un aspect qui rappelle beaucoup celui du *Myxidium* de la fig. 46 (Pl. VIII), moins les globules graisseux qui manquent ici complètement.

Le *Myxidium Lieberkühni* renferme des globules de nature probablement identique, également colorés et dont les réactions sont absolument les mêmes. Ils sont plus petits que ceux du *Chloromyxum Leydigi* et disparaissent aussi sur les coupes (Pl. VII, fig. 32; Pl. VIII, fig. 44-46). Comme dans cette dernière espèce, ils manquent chez les très jeunes exemplaires, dont l'ectoplasma incolore se distingue seulement de la couche périphérique par son aspect plus granuleux, la présence d'espaces clairs arrondis qui semblent correspondre aux noyaux et l'existence de quelques globules de graisse.

Enfin, on doit sans doute rapprocher des productions que je viens d'étudier, les petits granules réfringents colorés en jaune qu'on observe souvent dans l'endoplasma de la *Sphaerospora divergens* (Pl. VII, fig. 12) et de la *Glugea Marionis* (fig. 14).

J'arrive maintenant à une autre catégorie de différenciations endoplasmiques au sujet desquelles je n'ai pu faire que des observations bien incomplètes, et dont je ne puis guère que signaler l'existence.

La *Ceratomyxa arcuata* est une des espèces où on peut les étudier le plus facilement. Dans les exemplaires de cet organisme qui ne renferment pas de spores, on constate presque toujours dans l'endoplasma l'existence de petits éléments sphériques, assez réfringents, sans aucune coloration (fig. 16, *g*, Pl. VII)

Dans les individus en forme de massue qui sont, comme on l'a vu, les plus nombreux, ces granules peuvent manquer dans la portion caudale rétrécie; dans les cas où celle-ci présente un diamètre assez considérable et une forme presque cylindrique, comme dans la fig. 17 (Pl. VII), elle en renferme, au contraire, presque toujours, et à ce niveau on les voit affecter une disposition régulière assez remarquable. Leur nombre est très variable; leur diamètre ne dépasse pas 2 μ .

Comme toutes les inclusions endoplasmiques que nous étudions actuellement, ces formations manquent chez les jeunes exemplaires dont le protoplasma central se montre homogène et uniformément

granuleux. On constate également leur disparition à peu près complète chez les individus sporifères : souvent on n'en voit plus traces : d'autres fois, on les trouve diminués de volume au point d'être presque imperceptibles. Il semble bien qu'il s'agisse de matériaux nutritifs mis en réserve par l'organisme et utilisés pendant la formation des spores.

Je n'ai malheureusement que des données à peu près insignifiantes sur la nature chimique de ces éléments. Ils ne noircissent pas par l'acide osmique, sont insolubles dans l'alcool, l'éther et les essences. Traités par le vert de méthyle après l'action de l'acide osmique, ils prennent une teinte verte un peu plus prononcée que le protoplasma. On les retrouve très nettement sur les coupes après fixation par le liquide de Flemming, ils ont seulement perdu un peu de leur réfringence et ne se colorent pas par les couleurs d'aniline.

L'endoplasma de la *Leptotheca agilis* renferme des productions dont l'aspect et les propriétés sont identiques. Elles semblent également plus abondantes chez les individus non sporifères (Pl. VII, fig. 29 et 31, *r*).

Dans d'autres espèces, j'ai trouvé des granules dont l'aspect est tout à fait semblable à celui des précédents, mais leur nature est peut-être différente : les circonstances ne m'ayant pas permis d'étudier leurs caractères chimiques, je ne puis me prononcer sur ce point. Quoi qu'il en soit, ils se distinguent des premiers par ce fait qu'on les rencontre indifféremment et en aussi grand nombre chez tous les individus, sporifères ou non ; *Ceratomyxa globulifera* (Pl. VIII, fig. 42, *g*).

Je citerai enfin les éléments que j'ai rencontrés chez le *Myxidium sphaericum* et qui se présentent sous forme de globules brillants (Pl. VII, fig. 28). Ils m'ont semblé n'exister que chez les individus sporifères. Ils diffèrent donc probablement des précédents au point de vue de leur constitution et de leur signification physiologique. Les circonstances ne m'ayant pas permis d'étudier leurs réactions, je ne puis que les signaler sans pouvoir déterminer la place qu'il convient de leur attribuer dans la série des différenciations endoplasmiques.

Chez la *Ceratomyxa sphaerulosa*, l'endoplasma revêt, chez les individus qui ont acquis un certain développement, des caractères tout particuliers et fort remarquables. Examinés à un faible grossis-

sement, ces organismes apparaissent avec une teinte d'un jaune un peu verdâtre et possèdent une réfringence qui leur donne un aspect notablement différent de celui des autres Myxosporidies. En employant un fort grossissement, on constate que cette apparence spéciale provient de la constitution de l'endoplasma. Celui-ci semble, en effet, bourré de petites sphères claires entre lesquelles on distingue un plasma grisâtre finement granuleux.

Ces petites vésicules, de forme régulière, mesurent environ $4\text{ }\mu$, 5 à 5, de diamètre ; elles semblent formées d'une très mince enveloppe renfermant une substance semi-liquide assez réfringente et incolore. Au centre de chacune d'elles se trouvent groupés de petits granules d'un jaune brun ou un peu verdâtre, dont le nombre est le plus souvent de cinq ou six (Pl. VII, fig. 1 et 2, h).

Si l'organisme est écrasé ou déchiré, on voit ces vésicules devenir libres dans la bile : mais elles ne tardent pas à s'y dissoudre, à l'exception cependant des granules réfringents de la partie centrale. De même, si on les traite par la potasse ou l'acide nitrique, ces derniers résistent à l'action du réactif pendant beaucoup plus longtemps que le reste du contenu des petites spores.

Sur ces coupes on ne voit plus trace de celles-ci, mais les granules persistent et on les retrouve disposés par petits groupes, ayant acquis une teinte un peu brunâtre et une réfringence extrême (fixation par le liquide de Flemming).

A cela se borne ce que j'ai pu observer relativement à ces intéressantes formations. Leur signification physiologique, comme leur mode de développement, me sont malheureusement inconnus.

Enfin, parmi les éléments figurés auxquels peut donner naissance l'endoplasma des Myxosporidies, il faut encore mentionner les vésicules claires renfermant des cristaux rhomboédriques d'hématoïdine que l'on rencontre assez fréquemment chez le *Myxidium Lieberkühni* (Pl. I, fig. 32, h).

Ces formations observées d'abord par MEISSNER, puis par LIEBERKÜHN, semblent avoir échappé à GABRIEL. BÜTSCHLI (2) a montré que les cristaux ne sont pas libres dans le plasma, mais renfermés dans des vésicules, qu'il considère comme des gouttelettes de graisse. J'ai pu vérifier cette description, mais je conserve quelque doute relativement à la nature des vésicules qui contiennent les cristaux. Ces vésicules sont sphériques, elles possèdent une paroi prore.

L'existence de ces cristaux d'hématoïdine dans l'endoplasma est un des faits les plus curieux de l'histoire de nos parasites et ne laisse pas d'être fort difficile à expliquer. Les auteurs ont admis en général qu'ils proviennent du sang du Poisson ; mais par quel mécanisme ? Les *Myxosporidies* sont, comme on l'a vu, incapables d'absorber des globules sanguins. En admettant même que cela fût possible, il faudrait qu'il s'en trouvât à leur portée dans la vessie urinaire. Or, et j'ai insisté plus haut sur ce fait, ces parasites ne semblent déterminer aucune lésion de la paroi vésicale. Je n'ai jamais, pour ma part, découvert la moindre solution de continuité de l'épithélium attribuable à leur présence, et dans les nombreuses observations que j'ai faites en retirant de l'urine de la vessie par le catéthérisme, je n'ai jamais constaté dans ce liquide la présence de globules sanguins ou de débris pouvant être attribués à l'altération de ces éléments par un séjour de quelque durée dans le réservoir urinaire. Il semble donc impossible que les cristaux en question puissent avoir une autre origine que les substances mêmes qui entrent dans la composition de l'urine, absorbées et élaborées par le protoplasma du *Myxidium* suivant des processus dont le côté physiologique et chimique nous échappe absolument.

Différenciation vacuolaire de l'endoplasma.

La différenciation que subit l'endoplasma n'aboutit pas toujours à la production d'éléments figurés comme ceux que nous venons de passer en revue. Dans certains cas, elle donne naissance à des matières liquides ou semi-liquides qui se trouvent renfermées dans des espèces de vacuoles de dimensions variables, dont l'existence donne au corps protoplasmique de nos organismes un aspect tout spécial.

L'exemple le plus net d'une semblable disposition nous est fourni par la *Sphaeromyxa Balbianii*.

Dans cette espèce, le corps revêt, comme on l'a vu, la forme d'une lame assez mince, à contour à peu près circulaire. En examinant un individu à un grossissement un peu fort, on constate en dedans de l'ectoplasma dont nous avons étudié les caractères, l'existence d'une masse endoplasmique qui, vue en coupe optique, présente un aspect réticulé très net (Pl. VIII, fig. 55 *en*). En faisant varier le point, on

se rend facilement compte que cet aspect est dû à l'existence de vacuoles (v) rendues polyédriques par pression réciproque et dont la coupe optique représente d'ordinaire un hexagone plus ou moins régulier.

Leurs dimensions vont en croissant de la périphérie au centre au voisinage de l'ectoplasma, elles sont beaucoup plus petites et leur existence est en partie masquée par de très nombreux globules réfringents de nature grasseuse, dont j'ai déjà parlé plus haut. En examinant des parties plus centrales, on voit la taille des vacuoles augmenter progressivement jusqu'à atteindre 12-15 μ de diamètre, ce qui, joint à la moindre quantité de globules gras en cette région, rend leur étude beaucoup plus facile.

Ces vacuoles sont séparées les unes des autres par des cloisons assez minces, constituées par l'endoplasma proprement dit, au sein duquel elles sont creusées. Ça et là, on le voit former des masses compactes de dimensions très variables, qui peuvent atteindre 25 μ de diamètre et qui renferment des noyaux (fig. 55, *sb*). Nous y reviendrons à propos de ces éléments et de la formation des spores. La substance qui remplit les vacuoles est hyaline, d'aspect absolument homogène et un peu plus réfringente que le protoplasma ; elle est d'ailleurs absolument incolore. Dans les individus traités par l'iode, elle prend une teinte jaune paille un peu plus claire que celle que présentent les cloisons.

Pour pouvoir étudier dans de bonnes conditions cette constitution de l'endoplasma, il faut s'adresser à des individus dont le développement est encore peu avancé. Les plus petits que j'aie rencontrés mesuraient déjà 1 à 2 mm. de diamètre et chez eux la vacuolisation était déjà parfaitement nette. Ces petits exemplaires présentent ici un double avantage : d'abord, leur épaisseur étant moins grande, ils sont plus transparents ; de plus, l'amas sous-ectoplasmique de globules gras est bien moins accentué, circonstances qui facilitent beaucoup l'observation.

Si on comprime graduellement ces Myxosporidies à l'aide du couvre-objet, on arrive à déterminer des déformations très sensibles des vacuoles dont les parois finissent par se rompre. On voit alors la substance qu'elles contenaient former de grosses gouttes arrondies qui se déplacent suivant des courants produits dans la préparation par la pression exercée et se comportent vis-à-vis du plasma pro-

prement dit, représenté par les débris des cloisons, comme le fait un liquide mélangé à une matière plus dense, moins réfringente et avec laquelle il n'est pas miscible.

S'il s'est produit une solution de continuité de la couche ectoplasmique, on voit ces gouttes arriver dans la bile où elles se dissolvent instantanément.

Sur des coupes, après fixation par le liquide de Flemming, l'endoplasma de la *Sphæromyxa Balbianii* présente l'aspect représenté dans la figure 62 (*en*). Comme on le voit, le contenu des alvéoles a disparu dans ces préparations : il n'a donc pas été coagulé par les réactifs et s'est dissout probablement sous l'influence de l'alcool. Il ne reste plus qu'un réticulum très finement granuleux qui représente les cloisons un peu rétractées (1) et dans lequel se voient par places, comme à l'état frais, de petits amas de protoplasma compact renfermant des noyaux (*n*) et des spores (*sp*).

Une semblable structure de l'endoplasma a déjà été signalée par LUTZ chez son *Cystodiscus immersus*. Il a constaté que le contenu du petit disque qui représente le corps de cet organisme se compose de vésicules de taille assez variable, devenant polygonales par pression réciproque, susceptibles de sortir par les déchirures de l'enveloppe et se dissolvant avec rapidité quand elles arrivent au contact de la bile. Les figures données par cet auteur rappellent tout à fait l'aspect que l'on observe chez la *Sphæromyxa Balbianii*. Toutefois, la signification de ces faits semble lui avoir échappé, il n'indique pas qu'il s'agisse d'une différenciation du protoplasma et il ne mentionne pas l'existence de masses compactes renfermant des noyaux.

J'ai retrouvé le même caractère dans une *Ceratomyxa* du type *appendiculata*. Un individu en massue appartenant à cette espèce est représenté dans la figure 26 (Pl. I). Comme on le voit, son endoplasma, vu en coupe optique, présente le même aspect que chez la *Sphæromyxa* et, en faisant varier le point, on constate également ici l'existence d'alvéoles. Celles de la région caudale sont remarquables par leur disposition régulière : on observe d'ailleurs la même régularité dans celles qui occupent les prolongements chez les

(1) Il faut remarquer en outre que le grossissement auquel a été dessinée la fig. 62 est moitié moindre que celui qui a été employé pour la fig. 55.

individus qui affectent une forme appendiculée. Ici, on retrouve également une petite masse de protoplasma compact renfermant les noyaux (fig. 26, *s b*), mais l'endoplasma ne contient presque pas de globules graisseux.

J'ai observé cette Myxoporidie, à laquelle j'ai donné le nom de *Ceratomyxa reticularis*, dans la vésicule biliaire des *Trachinus draco* de la Méditerranée.

2° Myxosporidies des tissus.

L'endoplasma des Myxosporidies développées au sein des tissus est assez difficile à étudier à l'état frais ; dans les cas d'infiltration, le corps plasmique du parasite est, comme je l'ai dit plus haut, impossible à isoler ; dans les kystes, l'épaisseur de ces formations, leur opacité, la présence à peu près constante d'un très grand nombre de spores, rendent l'observation peu fructueuse. Aussi, la méthode des coupes peut-elle seule donner ici des résultats satisfaisants.

L'endoplasma chez ces espèces semble présenter une constitution plus uniforme que dans les formes libres : je ne l'ai jamais vu renfermer de substances colorées. Au contraire, on y trouve en grande abondance, à peu près chez toutes les espèces, des globules réfringents, solubles dans les dissolvants des graisses, même après l'action de l'acide osmique qui leur communique une teinte brunâtre : ils sont donc de même nature que ceux que l'on observe chez un grand nombre de Myxosporidies libres ; ils disparaissent aussi complètement sur les coupes (*Henneguya psorospermica*, *Myxobolus ellipsoides*, *M. oviformis*, etc.).

La graisse proprement dite, colorée en noir et rendue insoluble par l'acide osmique, semble beaucoup moins répandue. Elle existe chez quelques espèces (*Glugea punctifera* Pl. ix, fig. 118).

Peut-être faut-il attribuer à une constitution particulière du protoplasma l'aspect que présentent sur des coupes certains kystes d'*Henneguya psorospermica* et de *Myxobolus exiguus* après fixation par le liquide de Flemming et coloration par les couleurs d'aniline. Dans ces cas, on trouve le protoplasma parasitaire séparé du tissu ambiant par une zone assez épaisse, sans structure, très vivement

colorée, qui simule parfois complètement l'existence d'une différenciation superficielle du corps plasmiqne et dont, pour ce motif, j'ai déjà dit un mot à propos de l'ectoplasma. Ce n'est là, toutefois, qu'une ressemblance assez grossière, et, par une observation attentive, on se rend facilement compte qu'ils s'agit en réalité d'une formation de nature et d'origine absolument différentes.

En étudiant, en effet, un nombre suffisant de coupes, on arrive à trouver des points au niveau desquels le protoplasma renferme des masses irrégulières, présentant tout à fait le même aspect que la zone périphérique et dont la composition est manifestement la même.

La figure 4 représente une portion de la périphérie d'un kyste d'*Henneguya psorospermica* où se trouvait réalisée cette disposition.



Fig. 4. — Portion périphérique d'un kyste d'*Henneguya psorospermica*. *a*, couche superficielle fortement colorée par la safranine; *c*, corpuscules fortement colorés; *p*, protoplasma réticulé; *s*, lignes plus sombres.

A la limite externe du protoplasma on voit, en *a*, une zone très vivement colorée, d'aspect homogène et assez réfringent; sa surface externe était ici directement en rapport avec les cellules épithéliales de la branchie qui n'ont pas été représentées.

En dedans de cette zone pseudo-ectoplasmique, on voit le protoplasma de la Myxosporidie (*p*) qui présentait ici un aspect lacunaire avec çà et là des parties plus denses et plus sombres, affectant la forme de lignes irrégulières (*s*) et dues évidemment à l'action des réactifs. Au milieu de ce protoplasma, on voit un grand nombre de masses irrégulières (*c*) présentant le même aspect que la zone externe. A la partie inférieure de la figure 4 commençait l'amas central de spores.

Dans d'autres cas, les masses irrégulières contenues dans le protoplasma sont disposées différemment : on en voit par exemple qui, partant de la zone externe et en continuité avec elle, s'avancent vers l'intérieur du kyste sous forme de cloisons.

Chez le *Myxobolus exiguus*, j'ai retrouvé une disposition très analogue. La figure 5 représente une coupe du cœcum gastrique d'un *Mugil* dont la paroi renferme des kystes de ce parasite (*k*). A la périphérie de chacun d'eux on remarque encore une zone très fortement

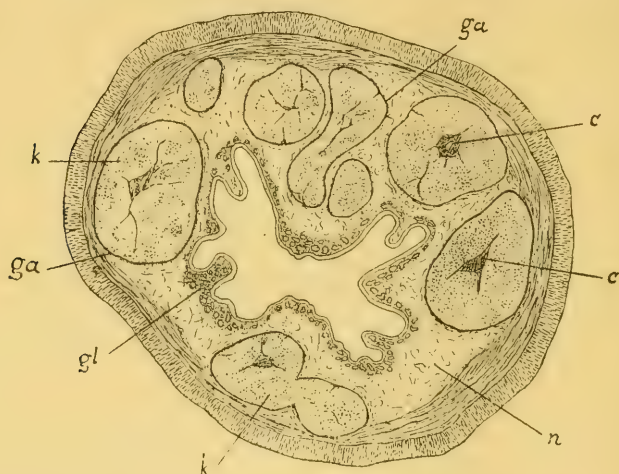


Fig. 5. — Coupe transversale d'un cœcum gastrique de *Mugil chelo* renfermant des kystes de *Myxobolus exiguus*. *k*, kystes ; *ga*, zone fortement colorée entourant le kyste ; *c*, formation centrale ; *gl*, glandes ; *n*, tissu conjonctif de la muqueuse.

colorée (*ga*), en rapport par sa face externe avec le tissu de l'organe, et par sa face interne avec le protoplasma du parasite dont il peut sembler au premier abord une différenciation ; mais, avec un peu d'attention on s'aperçoit bientôt que cette zone colorée se continue avec des espèces de travées de même nature qui arrivent parfois jusqu'au centre de la formation parasitaire où elles se réunissent souvent en un amas plus ou moins volumineux (*c*).

Ici, toutes ces formations, y compris la couche périphérique, présentent un aspect un peu différent de celui que nous avons constaté chez *Henneguya* : elles sont formées d'une substance moins homogène,

qui paraît souvent ponctué ou vaguement fibrillaire et surtout elles sont beaucoup moins réfringentes. Cependant, ce sont évidemment des productions du même ordre. Quelle est maintenant leur origine ? D'après leurs caractères, il me paraît indubitable qu'il s'agit d'un liquide qui s'est coagulé sous l'action des réactifs et a subi en même temps une rétraction irrégulière et plus ou moins considérable. Quant à la nature de ce liquide, elle reste problématique de même que ses rapports exacts avec le protoplasma vivant : représente-t-il un produit de différenciation ? est-il régulièrement distribué, contenu dans des vacuoles ? Ce sont des questions auxquelles il m'est malheureusement impossible de répondre. Pour étudier à l'état frais le contenu de ces kystes, il faut, en effet, les rompre et, dans ces conditions, le protoplasma très peu consistant, s'écoule et ne peut donner lieu à aucune observation.

Je dois enfin faire remarquer que je n'ai pas observé de formations analogues dans d'autres espèces que celles que je viens de citer et, chez ces dernières, elles ne se montraient que dans les préparations qui avaient été fixées par le liquide de Flemming : les kystes traités par le sublimé ou le liquide de Perenyi ne montraient pas trace de semblables produits de coagulation.

A part ces cas que l'on peut considérer comme exceptionnels, les caractères de l'endoplasma étudié sur des coupes varient peu chez les différentes espèces.

C'est une masse homogène, à granulations plus ou moins fines, renfermant des noyaux et des spores. A la périphérie, il existe, comme on l'a vu, chez certaines espèces, une zone différenciée en ectoplasma qui peut ailleurs manquer complètement (*Henneguya psorospermica*, *Myxobolus inaequalis*, etc.), de telle sorte que l'endoplasma constitue seul le corps plasmique tout entier.

Que sa surface soit ou non recouverte d'une enveloppe ectoplasmique, il présente dans les kystes une disposition identique et on peut y distinguer trois zones :

- 1^o Une zone périphérique, d'étendue variable, formée uniquement de protoplasma et dans laquelle on ne trouve ni noyaux ni spores ;
- 2^o Une zone renfermant des noyaux et des sporoblastes : au voisinage de sa limite interne on commence à voir apparaître des spores ;
- 3^o Enfin, la partie centrale du kyste est occupée par un amas de

spores entre lesquelles on ne trouve plus que des débris protoplasmiques insignifiants et méconnaissables (Pl. VIII, fig. 74, 75 ; Pl. IX, fig. 80, 89, 118, 138, 139).

L'existence de ces régions différentes est, en général, facile à constater : mais leur importance relative peut varier considérablement suivant l'âge du kyste et le stade évolutif auquel il se trouve.

Quand le développement est encore peu avancé et que les phénomènes de sporulation sont en pleine activité, la zone intermédiaire qui renferme des noyaux et des sporoblastes présente une épaisseur considérable : elle constitue la majeure partie de la masse parasitaire. Mais à mesure que le développement s'avance, on voit cette zone diminuer peu à peu en même temps que l'amas central de spores augmente de plus en plus. Dans les kystes dont le développement touche à sa fin et dans lesquels la sporulation est arrêtée, la zone à noyaux disparaît à peu près complètement, les spores arrivent presque jusqu'à la surface, et la masse qu'elles forment, n'est plus entourée que d'une couche très mince de protoplasma dans laquelle on ne retrouve plus de noyaux.

Noyaux.

La présence d'éléments nucléaires dans l'endoplasma des Myxosporidies a été mentionnée pour la première fois par BÜTSCHLI en 1881 (3).

Cette observation fut bientôt confirmée : par M. BALBIANI en 1884 (4), puis par PFEIFFER (5) en 1890.

La même année, je publiais moi-même un petit travail sur les Myxosporidies (2), dans lequel je décrivais et figurais leurs noyaux ; et quelques mois plus tard, je signalais la division de ces éléments par karyokinèse (3), observation qui a été confirmée par KOROTNEFF en 1892.

L'existence de ces noyaux est, la plupart du temps, assez difficile à constater à l'état frais chez les Myxosporidies libres, sauf sur les très jeunes individus, dont l'endoplasma est encore homogène et assez transparent ; chez les Myxosporidies des tissus, surtout chez celles qui se présentent à l'état de kystes, on reconnaît assez facile-

ment la présence des éléments en question dans les produits de dilacération. Toutefois, dans un cas comme dans l'autre, c'est surtout sur des coupes que l'on peut se rendre compte avec quelque exactitude de leurs caractères et de leur nombre.

Celui-ci est en général très considérable et BÜTSCHLI a insisté avec raison sur ce fait à propos des espèces qu'il a étudiées (*Myxobolus Mülleri*, *Myxidium Lieberkühni*). J'ai retrouvé cette multiplicité des noyaux chez toutes les Myxosporidies qui produisent un grand nombre de spores : *Glugea*, *Myxobolus*, la plupart des *Myxidium*, etc.

Au contraire, les espèces disporées sont en même temps *paucinucléées*.

Chez les *Leptotheca* et les *Ceratomyxa*, on trouve des individus ayant atteint à peu près leur taille définitive et dans lesquels il n'existe que deux noyaux : dans la *Leptotheca agilis*, ceux-ci se trouvent placés vers la partie antérieure du corps, un peu en arrière de l'amas de globules graisseux ; ils sont le plus souvent accolés l'un à l'autre, comme nous les verrons, dans le protoplasma des spores. Dans *Leptotheca elongata*, *Ceratomyxa arcuata*, *C. truncata*, j'ai constaté une disposition analogue.

Dans d'autres individus des mêmes espèces, on trouve des noyaux en nombre un peu plus considérable : mais ce fait est en relation avec le développement des spores. Les figures 39-41 (Pl. VIII), montrent différents stades de cette multiplication des noyaux chez la *Leptotheca elongata*. La fig. 39 représente l'extrémité antérieure d'un individu fixé par son extrémité antérieure à l'épithélium de la vésicule libiaire (*c*) et renfermant deux noyaux (*n*) accolés l'un à l'autre. Dans la fig. 40, on voit un individu à quatre noyaux ; celui de la fig. 41 en renfermait huit.

Dans ces Myxosporidies disporées, le nombre des noyaux ne semble jamais dépasser une dizaine dans le même individu : et quand ils atteignent ce chiffre, ils ne doivent plus être considérés comme représentant l'élément nucléaire de l'organisme lui-même, car ils vont servir à la formation des spores et sont renfermés dans des portions spécialisées du protoplasma que nous étudierons plus tard sous le nom de *sporoblastes*.

La marche de la sporulation n'apportant aucun trouble apparent dans les fonctions de la vie végétative et dans l'activité motrice de

ces organismes, il est infiniment probable que tous les noyaux ne sont pas compris dans les sporoblastes et qu'il reste dans le protoplasma non sporogène au moins un de ces éléments pour présider aux diverses manifestations vitales de l'individu.

On est conduit à cette opinion, d'abord par la considération de la manière dont les choses se passent chez les espèces qui renferment de nombreux noyaux. De plus, les résultats des travaux récents (NUSSBAUM, GRUBER, BALBIANI, etc.,) sur le rôle du noyau dans les différents actes de la vie cellulaire, ne me semblent pas permettre de douter de ce fait ; mais je dois avouer qu'il m'a été impossible de le vérifier directement.

C'est là une lacune que je regrette d'autant plus vivement que des observations précises à cet égard fourniraient sans doute des indications utiles relativement à la signification des phénomènes de sporulation chez nos organismes et seraient également de nature à jeter quelque lumière sur la question si obscure de leurs affinités.

Chez les Myxosporidies autres que les Disporées, on constate dans le protoplasma la présence d'un grand nombre d'éléments nucléaires bien avant le début de la sporulation. Ils sont disséminés sans ordre dans l'endoplasma et leur distribution y est très irrégulière, de telle sorte qu'en un point donné on peut les trouver en grand nombre et très rapprochés les uns des autres, alors que dans une région voisine ils se montrent beaucoup plus rares et plus espacés.

Leurs dimensions ne sont pas absolument uniformes et on en voit côte à côte qui diffèrent assez sensiblement sous ce rapport.

Ils ne présentent dans leur aspect aucune particularité digne d'être notée. Comme dans tous les noyaux, on constate quelques variations dans la disposition de la substance chromatique. Celle-ci se montre le plus souvent rassemblée en un gros globule central figurant un nucléole, et entouré d'un nombre plus ou moins considérable de petites granulations qui manquent parfois complètement (Pl. VIII, fig. 44-46, 74, 75 ; Pl. IX, fig. 89, 101, etc.). D'autres fois, comme BÜTSCHLI l'a observé, on voit le nucléole central réuni à la membrane par des espèces de filaments qui affectent une disposition rayonnante plus ou moins régulière.

KOROTNEFF, chez l'espèce qu'il a étudiée, signale dans le noyau la présence d'un nucléole à côté duquel se trouverait un petit granule brillant. Je n'ai jamais rien vu de semblable et j'avoue que je croirais

volontiers que cet auteur s'est mépris sur la véritable place de ce point brillant. A certaines phases du développement des spores, on rencontre assez souvent, en effet, au voisinage des noyaux, mais non dans leur intérieur, un petit globule réfringent qui n'est autre que la capsule polaire en voie de formation. J'aurai d'ailleurs l'occasion de revenir sur ce fait à propos des phénomènes de la sporulation.

Ces noyaux se multiplient par division indirecte : on voit alors la substance chromatique se réunir sous forme de filaments dans l'intérieur du noyau, puis la membrane se rompt, les filaments achromatiques apparaissent en même temps que s'orientent les éléments chromatiques de manière à donner un fuseau karyokinétique absolument typique (Pl. VIII, fig. 75, K).

Ce mode de multiplication des noyaux des Myxosporidies, que j'ai signalé pour la première fois en 1890, a été observé depuis par KOROTNEFF chez son *Myxosporidium bryozoides*. Elle commence de très bonne heure et se continue pendant l'évolution des spores ; elle ne semble pas se faire très rapidement et les figures mitotiques sont relativement rares ; cependant, elle doit à certains moments présenter une activité particulière et, chez quelques individus, on trouve simultanément un assez grand nombre de noyaux à différents stades de division.

A un moment donné, on voit un noyau quelconque s'entourer d'une petite sphère de protoplasma qui s'isole par l'apparition à sa périphérie d'une enveloppe transparente, d'aspect homogène et extrêmement mince : elle semble résulter de la condensation de la couche superficielle du plasma qui constitue la petite sphère. Celle-ci représente le début d'un sporoblaste. Je reviendrai plus loin sur l'évolution ultérieure de ces formations.

*
* *

REMARQUES SUR QUELQUES FORMES ABERRANTES.

Quelques espèces présentent dans leur constitution certaines particularités qui me semblent mériter une étude spéciale. Il est, en effet, assez difficile de les rattacher à ce que l'on peut considérer comme le type d'organisation normal des Myxosporidies. Cette sorte d'anomalie est, sans doute, plus apparente que réelle et il est bien probable que la connaissance plus complète de ces organismes

permettrait de découvrir en eux quelque caractère par lequel ils se rattachent à l'ensemble du groupe. Mes recherches à leur égard ne m'ont malheureusement pas permis d'arriver à ce résultat ; aussi, je crois préférable d'exposer simplement les faits sans chercher à dissimuler, à l'aide d'hypothèses plus ou moins plausibles, la lacune que l'observation ne m'a pas permis de combler.

Ces formes aberrantes, au moins en apparence, sont les *Thelohania* et les *Pleistophora*. J'y joindrai le *Myxidium incurvatum* que j'ai parfois rencontré avec des caractères dont la signification est assez difficile à déterminer.

Les *Thelohania* se montrent dans les muscles de leurs hôtes sous forme de petites sphères revêtues d'une enveloppe bien distincte, dont le contenu varie suivant la phase du développement et se montre finalement constitué par huit spores (Pl. ix, fig. 124, 125, 127).

Dans l'état le moins avancé qu'il m'ait été donné d'observer, ces petites sphères sont formées de protoplasma et renferment un noyau : leur enveloppe est déjà parfaitement nette. Leur diamètre varie selon les espèces : 10 μ chez *Th. octospora*, 14 μ dans *Th. Giardi*.

Je ne m'occuperai pas ici des phénomènes dont elles sont le siège pendant la formation des spores et qui seront exposés plus loin. Je veux seulement montrer combien il est difficile de rattacher ces productions au corps protoplasmique des autres espèces.

D'après leur évolution, comme par l'ensemble de leurs caractères, elles semblent correspondre à la sphère primitive de ces dernières.

Mais si l'on admet cette interprétation, comment expliquer leur origine ? Si elles sont nées, comme c'est la règle chez la généralité des Myxosporidies, au sein d'une masse de protoplasma, qu'est devenu celui-ci ? Il semble bien difficile d'imaginer qu'il a disparu : dans les autres espèces, il reste toujours un reliquat plasmique considérable, même chez les individus dont l'évolution est achevée et qui ne renferment plus de jeunes sporoblastes mais seulement des spores mûres.

Or ici, tant dans les recherches que nous avons faites avec M. HENNEGUY que dans celles que j'ai pu faire depuis, nous n'avons jamais rencontré au milieu des tissus envahis aucun autre élément parasitaire que les petites sphères à divers degrés de développement.

Peut-être aussi pourrait-on admettre que chacune de celles-ci représente un individu particulier qui se serait transformé tout entier en une sphère primitive.

Mais dans ce cas, ces individus présenteraient une constitution absolument anormale et une évolution plus particulière encore. Leur origine serait également bien obscure.

En tout cas, l'individu primitif qui leur aurait donné naissance nous a complètement échappé.

Il y a là évidemment, dans l'histoire de ces parasites, un point que nos recherches n'ont pas élucidé.

Il me semble, toutefois, que l'hypothèse que j'ai indiquée en dernier lieu, est celle qui se rapproche le plus de la vérité, et je crois que c'est dans cette voie que l'on trouvera des faits qui permettront de déterminer l'origine et la signification exacte des caractères particuliers que revêtent les *Thelohania*, et de combler la lacune qui les sépare des autres Myxosporidies.

Les *Pleistophora* se rapprochent beaucoup des organismes précédents : ils n'en diffèrent, en somme, que par les dimensions plus considérables des petites sphères et le nombre plus considérable des spores qu'elles renferment.

Je n'ai pu ici rencontrer des stades aussi jeunes que chez les *Thelohania* ni observer de sphères protoplasmiques uninucléées : dans les phases les moins avancées que j'aie pu trouver, l'enveloppe renfermait déjà de nombreuses petites cellules dont l'ensemble présentait un aspect muriforme (Pl. ix fig. 133, 136, 137). Mais il s'agit évidemment d'organismes très voisins, et dont les particularités d'organisation sont absolument identiques et peuvent donner lieu aux mêmes considérations.

Dans certains cas, le *Myxidium incurvatum* se présente sur les coupes avec des caractères qui rappellent ceux des espèces précédentes ; aussi, je crois devoir signaler ce fait à la suite de ceux que je viens d'exposer.

L'explication des caractères du parasite est ici, en effet, plus facile et cette étude permet de mieux comprendre la véritable nature des particularités offertes par les espèces que nous venons d'étudier.

La fig. 55 (Pl. viii), représente une partie d'une coupe de la vésicule biliaire d'un *Syngnathus acus* envahie par le *M. incurvatum*.

Accolée contre la face interne de l'épithélium (*ep*), on voit une masse assez considérable (*M*) constituée par un amas de petites sphères formées d'un protoplasma très transparent, réfringent, à peine granuleux. Leur périphérie semble occupée par une fine membrane

transparente. La plupart sont de petite taille et renferment un noyau. Dans d'autres, l'enveloppe présente des dimensions plus considérables et son contenu plus volumineux est divisé en deux ou quatre petites masses secondaires nucléées (*b*). Dans quelques-unes enfin, on observe deux spores (*sp.*) ; quelquefois, il n'y en a qu'une seule, mais ce fait semble tenir à un accident de préparation.

Quelle est la nature de ces éléments ? Je crois qu'ils représentent autant d'individus distincts. Les faits que j'ai pu constater en étudiant cette espèce sur des préparations fraîches, ne me semblent pas permettre d'autre interprétation. Dans ces conditions on la trouve, en effet, représentée dans la vésicule biliaire de ses différents hôtes par de petits individus ordinairement à peu près sphériques, de dimensions très variables, et dont les plus développés peuvent renfermer deux spores. Souvent, on les trouve attachés les uns aux autres par leurs pseudopodes, de manière à former des amas considérables constitués par la réunion d'exemplaires de taille très variable, dont beaucoup sont extrêmement petits. Ce sont très probablement de semblables amas qui, après avoir subi l'action des réactifs, revêtent l'aspect représenté dans la fig. 53.

J'aurai à revenir plus loin sur l'origine de ces individus. Le nombre véritablement énorme des exemplaires que l'on observe ne peut, en effet, s'expliquer que par la prolifération sur place du parasite.

Ce fait vient, comme on le voit, à l'appui de la manière de voir que j'exposais plus haut à propos des *Thelohania*.

IV.

SPORES ET SPORULATION.

Les spores des Myxosporidies présentent une structure compliquée qui constitue l'une des particularités les plus caractéristiques de ces organismes.

Comme on l'a vu, elles avaient seules attiré l'attention des premiers observateurs.

GLUGE (1) les vit le premier, en 1838, chez la *Glugea microspora* : mais, se méprenant sur leur nature, il les considérait comme un produit de l'altération des petits corps cristallins qui donnent à la peau des Poissons son aspect métallique, erreur que la petitesse de ces éléments rend d'ailleurs parfaitement explicable.

Plus heureux que l'observateur belge, J. MÜLLER observa des spores de taille beaucoup plus considérable (*Henneguya*, *Myxobolus*), et dont les particularités de structure étaient bien plus faciles à constater.

Il les rencontra pour la première fois dans les petits kystes des muscles de l'œil chez le Brochet : elles se présentaient sous forme de petits corpuscules dont la configuration rappelait celle d'un spermatozoïde ; on y distinguait un corps ovalaire et une queue. Le corps présentait deux faces convexes et une bord aminci ; dans son intérieur, au niveau de l'extrémité opposée à la queue, se montraient deux vésicules brillantes, ovalaires, convergeant par leurs extrémités effilées vers la pointe du corpuscule ; le reste de la cavité était occupé par une matière transparente. La queue allait en s'aminçant vers son extrémité libre ; la cavité du corps ne se continuait point dans son intérieur.

L'auteur trouva par la suite chez divers Poissons, des corpuscules analogues, tantôt pourvus, tantôt dépourvus de queue, mais présentant toujours des vésicules brillantes à l'une de leurs extrémités.

Il reconnut qu'il s'agissait d'éléments appartenant à des organismes particuliers et non encore décrits : mais, prenant les corpuscules eux-mêmes pour des êtres autonomes, il leur donna le nom de *Psorospermies*.

L'année suivante (1842) CREPLIN, chez une nouvelle forme de Psorospermie qu'il découvrit chez l'*Acerina vulgaris*, fit une observation importante. Il constata, en effet, la structure bivalve de l'enveloppe et la déhiscence de ces deux moitiés.

A partir de ce moment, nous voyons les auteurs se faire une idée plus exacte de la nature des Psorospermies.

DUJARDIN (1845) signala, le premier, l'existence des masses protoplasmiques au sein desquelles elles prennent naissance et les compara aux navicelles ou spores des Grégarines.

En 1851, LEYDIG découvre le *Chloromyxum Leydigi*, et constate que les Psorospermies de cette espèce présentent quatre vésicules à leur extrémité effilée et se développent dans des masses protoplasmiques comparables à des Grégarines.

En 1854, LIEBERKÜHN (4) décrit les spores de plusieurs formes nouvelles et insiste sur les rapports que présentent ces organismes avec les Grégarines. Il observe en outre la germination des spores, et voit sortir de leur enveloppe une petite masse de protoplasma amiboïde.

En 1863, M. BALBIANI (1) étudiant la constitution des Psorospermies, découvre dans les vésicules brillantes déjà vues par MÜLLER, l'existence d'un filament souvent très long, enroulé en spirale et qui, sous l'influence de certains réactifs, en particulier de la potasse, est susceptible de se dérouler et de sortir par une petite ouverture de l'enveloppe. Il mentionne, en outre, l'existence dans les spores de petits globules réfringents, disséminés sans ordre et en nombre variable.

En 1882, BÜTSCHLI (4) confirme ces faits et signale l'existence d'un noyau dans le protoplasma de la spore.

En 1889, LUTZ étudie une espèce dont la spore, entre autres particularités, est remarquable pour l'obliquité de la ligne de suture par rapport au grand axe.

Enfin, j'ai moi-même depuis 1889, publié un certain nombre d'observations relatives à la constitution des spores, observations que je présenterai avec plus de détails dans le présent chapitre, en même temps que quelques faits inédits.



MORPHOLOGIE DES SPORES.

On sait depuis longtemps, comme nous venons de le voir, que la spore des Myxosporidies se compose d'une enveloppe renfermant des capsules polaires en nombre variable (1 à 4) et une petite masse de protoplasma.

ENVELOPPE.

L'enveloppe est formée de deux valves accolées, comme CREPLIN l'a observé le premier. Cette disposition doit, je crois, être considérée comme absolument générale. Chez la plupart des Glugéidées elle est, il est vrai, fort difficile à vérifier et je n'ai pu le faire directement ; mais, d'une part, l'existence fréquente sur les spores de ces espèces d'une ligne longitudinale brillante (Pl. IX, fig. 141. *a*) rappelant l'aspect de la suture des autres formes, et d'un autre côté, l'existence de deux valves que j'ai pu constater de la façon la plus nette chez la *Thelohania Giardi*, me semblent des arguments suffisants pour que l'on puisse admettre la généralité de ce caractère chez toutes les Myxosporidies sans exception.

Les valves dont la forme est, comme nous le verrons, sujette à des variations considérables, sont unies par une suture au niveau de laquelle elles présentent le plus souvent une sorte de rebord formé par le renversement de leur partie marginale (Pl. IX, fig. 113, *s*). Ce rebord sutural peut être plus ou moins développé : à peine marqué chez les Glugéidées où il semble y avoir seulement

un léger épaississement du bord libre (*Th. Giardi*), il atteint sa plus grande largeur chez les *Sphaerospora*, certains *Myxidium*, les *Myxosoma* et surtout les *Myxobolus* (Pl. ix, fig. 96, 97, 112, 113, s). Il est presque toujours uni : *Myxobolus ellipsoïdes*, *M. piri-formis*, *Henneguya*, etc. (fig. 112, 116, etc). Dans quelques *Myxobolus*, il présente au contraire des espèces de gaufrures qui se continuent un peu sur la face des valves. Ce caractère, constant chez le *M. Mülleri* (Pl. ix, fig. 96), ne se montre qu'accidentellement chez le *M. ellipsoïdes*, etc.

La séparation des valves peut s'obtenir à l'aide de différents procédés. CREPLIN l'avait observée sur des spores qui avaient séjourné longtemps dans l'eau ; on l'obtient également par l'action de certains réactifs : potasse, soude, acides sulfurique, nitrique, etc. (BALBIANI, BÜTSCHLI). Elle a lieu également pour chaque espèce sous l'influence des sucs digestifs de ses hôtes habituels. Pour la *Th. Giardi*, je n'ai pu observer la déhiscence que sur des spores qui avaient été absorbées par des Caridines. C'est là, comme nous le verrons, la cause déterminante normale de l'ouverture des spores.

La suture est toujours comprise dans un seul plan que l'on peut désigner sous le nom de *plan sutural*; il divise généralement l'enveloppe en deux moitiés égales et symétriques qui ne sont autres que les valves.

ORIENTATION DES SPORES.

Avant d'aborder la description morphologique des spores, nous devons déterminer l'orientation qu'il convient de donner à ces éléments.

Dans les spores qui présentent une seule capsule ou plusieurs capsules réunies sur le même point, on s'accorde depuis J. MÜLLER, pour désigner sous le nom d'*antérieure*, la partie de la spore qui renferme ces éléments.

Maintenant doit-on considérer les valves comme étant l'une supérieure et l'autre inférieure ou distinguer une valve droite et une valve gauche ? En raison des particularités morphologiques offertes par certaines spores, en particulier celle des *Lepthoteca* et des *Ceratomyxa*, cette seconde orientation me semble de beaucoup la plus rationnelle.

Nous décrivons donc les spores dans la position suivante : les capsules *en avant*, le plan sutural vertical, séparant une valve droite et une valve gauche.

Pour les formes dans lesquelles les capsules occupent deux extrémités opposées de la spore (*Myxidium*), ces extrémités ont été en général regardées comme antérieure et postérieure : nous verrons qu'elles doivent plutôt être considérées comme supérieure et inférieure, de sorte que ces spores, placées dans la position que nous avons adoptée, reposeraient sur le plan horizontal par une de leurs pointes.

Je désignerai sous le nom de *diamètre sutural* le plus grand diamètre de la spore compris dans ce plan ; et sous le nom d'*axe bivalvaire* la ligne qui, comprise dans un plan perpendiculaire au plan sutural, mesure la distance entre les deux valves à la région moyenne de la spore.

La forme des valves, et par conséquent celle de l'enveloppe, est très variable selon les espèces. Pourtant il est possible de trouver des transitions permettant d'établir le passage entre les types morphologiques les plus divergents en apparence.

Dans cette étude nous pouvons, comme précédemment, prendre pour point de départ les formes supérieures.

Dans les *Leptotheca*, la spore est ellipsoïde, formée de deux valves absolument égales et symétriques et l'axe bivalvaire se confond avec le grand axe de l'ellipsoïde. Dans certaines espèces, le diamètre sutural atteint les deux tiers de la longueur du grand axe : *L. agilis*, *L. elongata* (Pl. viii, fig. 30 ; Pl. vii, fig. 38).

Dans d'autres, on voit cette différence augmenter : la spore semble étirée dans le sens de l'axe bivalvaire qui atteint plus du double de la longueur du diamètre sutural ; en même temps on observe souvent une incurvation de ce dernier dont la convexité est tournée en avant de *L. parva* (Pl. vii, fig. 25).

Dans une Myxosporidie de la vésicule biliaire du *Pagellus erythrinus*, dont je n'ai pu malheureusement observer que les spores, le diamètre sutural était compris près de quatre fois dans la longueur du grand axe. Cette disposition nous conduit au type morphologique des spores de *Ceratomyxa*. Ici, les deux valves s'allongent considérablement dans les formes les plus voisines des précédentes, leurs extrémités libres sont encore arrondies et comme tronquées : *C.*

truncata (Pl. VII, fig. 51). Chez d'autres, on trouve dans presque toutes les spores une seule valve présentant ce caractère, tan lis que l'autre se termine en une pointe effilée (*C. globulifera*, Pl. VII, fig. 43).

On arrive enfin à des espèces chez lesquelles l'enveloppe est formée de deux valves en forme de cônes très allongés et soudés par leurs bases : *C. arcuata* (Pl. VII, fig. 19) *C. sphærulosa* (fig. 3).

La cavité de la spore ne s'étend pas jusqu'au sommet de ces cônes : elle est limitée par une sorte de septum plus ou moins distant de l'extrémité. Cette disposition existe également dans les spores à valves tronquées.

Si maintenant nous revenons à la spore des *Leptotheca* que nous avons prise comme point de départ (*L. agilis*), nous allons assister à une série de modifications en sens inverse, c'est-à-dire que nous allons voir l'axe bivalvaire diminuer progressivement de longueur.

Dans la *L. renicola*, il dépasse à peine de $\frac{1}{4}$ le diamètre sutural. Dans la *L. hepseti* ces deux diamètres sont presque égaux.

Nous arrivons ainsi aux spores sphériques des *Sphærospora* (*Sph. elegans*). Chez l'une d'entre elles on observe cette particularité que les capsules polaires au lieu de se rapprocher au niveau de leurs petites extrémités, comme dans les espèces précédentes, sont, au contraire, divergentes, de telle sorte que leurs grands axes se confondent avec deux rayons faisant un angle d'environ 60-70° (*Sph. divergens*, Pl. VII, fig. 12, 13).

Si l'on suppose cette divergence des capsules un peu plus accentuée et en même temps un étirement de la spore suivant le grand axe des capsules, on arrive à la spore fusiforme des *Myxidium* et des *Sphæromyxa*.

Mais le grand axe des capsules étant sensiblement parallèle au plan sutural, il en résulte que cet étirement aura pour effet l'allongement de ce plan dans le sens de la direction primitive des capsules, or celles-ci, dans l'orientation de la spore que nous avons adoptée, se trouvent disposées, à peu de chose près, de telle sorte que la petite extrémité de l'une est dirigée en haut, vers l'observateur, tandis que celle de l'autre regarde en bas : les deux pointes du fuseau de la spore de *Myxidium* doivent donc être considérées comme répondant, l'une à l'extrémité supérieure de la spore, l'autre à son extrémité inférieure.

Le grand axe de la spore se confond ici avec le diamètre sutural qui est lui-même vertical et non horizontal comme dans le plus grand nombre des espèces.

Les extrémités du fuseau sont plus ou moins effilées : chacune renferme une capsule ordinairement située dans le prolongement l'une de l'autre : *Myxidium Lieberkühni* (Pl. VIII, fig. 48). Dans une autre espèce que j'ai trouvée dans le rein et l'ovaire du Vairon (*M. histophilum*), la forme de la spore est à peu près la même : elle est seulement moins régulière, la plupart des spores présentant une sorte d'étranglement vers leur partie médiane (Pl. VIII, fig. 49).

Dans la *M. sphaericum*, la configuration extérieure de l'enveloppe est un peu différente : les capsules polaires ne sont plus disposées de la même façon ; leurs grands axes ne coïncident plus avec celui de la spore et ils ont une tendance manifeste à devenir parallèles entre eux (Pl. VIII, fig. 28). En rapport avec cette disposition des capsules, on voit la forme des valves se modifier : leur contour devient parfois presque quadrangulaire. Ce fait s'observe encore plus nettement chez le *M. incurvatum* ; dans cette espèce, la figure des spores rappelle celle d'une gousse dont les extrémités acuminées seraient dirigées en sens inverse (Pl. VIII, fig. 54).

La *Sphaeromyxa Balbianii* possède des spores qui, par leur forme, se rapprochent beaucoup de celles du *M. Lieberkühni*. Elles n'en diffèrent que par leurs extrémités qui, au lieu de s'atténuer en pointe, sont tronquées, et, pour ainsi dire, coupées carrément (Pl. VIII, fig. 58-60).

Enfin, les spores de la Myxosporidie décrite par LUTZ sous le nom de *Cystodiscus immersus*, doivent, sans aucun doute, être considérées comme se rapportant au même type. Elles offrent seulement cette particularité que la cavité de chacune des valves est bien plus développée au niveau de l'une des extrémités qu'à l'autre : et les deux moitiés de l'enveloppe sont accolées de telle sorte que l'extrémité renflée de l'une se trouve correspondre à l'extrémité atténuée de l'autre.

Les deux capsules sont placées comme dans les spores que nous venons d'étudier : chacune adhère à l'une des valves et se trouve logée dans la partie la plus profonde de celle-ci.

Il m'est impossible de comprendre l'opinion émise par GURLEY à propos de ces spores et de celles du *Myxidium* : pour lui, les pointes

de ces dernières représentent les parties droite et gauche de la spore ; dans celles du *Cystodiscus* il admet, au contraire, que les capsules sont placées aux deux extrémités antérieure et postérieure. J'avoue que je ne suis pas arrivé à saisir le motif de cette différence; d'ailleurs, à propos du *Myxidium*, cet auteur commet à un autre point de vue, une méprise qui semble montrer qu'il n'a étudié ce type de spore que d'une façon bien superficielle : il avance, en effet, que l'enveloppe n'est pas ici formée de deux valves ; rien n'est pourtant plus facile que de mettre en évidence l'existence de celles-ci (séjour dans une solution de potasse à 40 % pendant 24-36 heures).

De plus, il admet que chez *M. Lieberkühni* le nombre des capsules peut être indifféremment de 2 ou de 4. (p. 411 et 420). En réalité, les spores à quatre capsules doivent être considérées comme de véritables anomalies : elles sont d'ailleurs très rares et je n'en ai pas observé une seule fois : j'ai vu seulement des spores à trois capsules, d'autres à une seule. J'aurai occasion de revenir plus loin sur ces faits.

Il faut remarquer que M. GURLEY ne se base pas, pour soutenir cette opinion, sur des observations personnelles, mais seulement sur une figure de spore quadricapsulée donnée par M. BALBIANI, qui, d'ailleurs, avait eu soin de noter le caractère exceptionnel de ces formations.

En s'accroissant davantage, le raccourcissement progressif de l'axe bivalvaire, qui nous a déjà fait passer des *Leptotheca* aux *Sphaerospora*, nous conduit à d'autres formes dans lesquelles le grand axe est compris, comme chez les *Myxidium*, dans le plan sutural, mais dans lesquelles les capsules polaires restent voisines.

Les valves hémisphériques des *Sphaerospora* s'aplatissent de telle sorte que leur profondeur égale à peine la moitié du diamètre qu'elles présentent au niveau de la suture.

On arrive ainsi à la forme de la spore de certains *Myxobolus*. Chez le *M. Mülleri*, par exemple, la spore examinée parallèlement au plan sutural et vue en coupe optique présente un contour presque circulaire ; à la périphérie on voit une zone assez épaisse constituée par le rebord qui sert à l'union des deux valves (Pl. ix, fig. 96, s).

Si, au contraire, on l'observe de champ, c'est-à-dire dans la même position que les spores de *Leptotheca* et de *Ceratomyxa* des fig. 3, 25, 30, 38, 51 etc., on constate que les proportions sont ici renver-

sées et que l'axe bivalvaire, le plus grand chez ces dernières, est ici devenu le plus petit : ces spores revêtent ici la forme d'une lentille biconvexe avec un rebord très mince.

Dans d'autres *Myxobolus*, ces éléments peuvent encore être rapprochés d'une spore de *Sphaerospora* aplatie perpendiculairement à la suture, mais ils s'en éloignent davantage pour cette raison qu'outre cet aplatissement les valves se sont allongées suivant un des diamètres compris dans le plan de la suture : c'est ainsi que la spore du *Myxobolus ellipsoïdes*, examinée parallèlement à ce dernier, offre un contour elliptique (Pl. ix, fig. 112, 113).

Chez d'autres, la spore subit en outre une atténuation plus ou moins marquée au niveau de l'extrémité où se trouvent les capsules polaires et prend la forme d'un ovoïde aplati (*M. oviformis*, Pl. ix, fig. 81). Cette configuration peut se retrouver dans les spores de presque tous les *Myxobolus*, mais elle y est beaucoup moins accentuée que dans cette dernière espèce et ne s'y montre pas d'une façon constante.

Dans le *Myxosoma Dujardini*, la forme de la spore se rapproche de la disposition que je viens d'indiquer, seulement ici l'extrémité atténuée présente presque toujours une incurvation plus ou moins marquée (Pl. ix, fig. 89, 90). Il en est de même chez le *Myxobolus piriformis*, dont la spore ne renferme qu'une seule capsule (Pl. ix, fig. 117).

Chez les *Myxobolus ellipsoïdes*, le *Myxosoma Dujardini*, etc., on trouve accidentellement des spores dont l'enveloppe présente, à son extrémité opposée aux capsules, une sorte d'appendice de longueur variable (Pl. ix, fig. 90 ; Pl. viii, fig. 78).

Il ne s'agit là, que d'une production accidentelle, sur l'origine de laquelle nous aurons à revenir à propos des malformations et des irrégularités de développement des spores. Cependant, j'ai mentionné ce fait parce que cette disposition qui n'est ici qu'un accident, se trouve réalisée d'une façon constante chez d'autres espèces (*Henneguya*). Ce sont justement ces spores, munies à leur partie postérieure d'un prolongement de la coque en forme de queue, que J. MÜLLER, qui les observa le premier, avait désignées sous le nom de *Psorospermies*, trouvant dans leur configuration générale une certaine analogie avec la forme d'un spermatozoïde. Ces spores présentent, en effet, une partie antérieure de forme oblongue, plus

ou moins renflée et globuleuse, rappelant la tête de ces derniers éléments, tandis que le prolongement de la coque en représente la queue (Pl. VII, fig. 34 ; Pl. VIII, fig. 83, 84).

Comme l'avait vu MÜLLER, la cavité de l'enveloppe ne pénètre pas dans l'appendice de la coque, qui semble constitué par une saillie du rebord sutural. Il est en effet formé par l'union de deux filaments appartenant à chacune des valves ; ceux-ci peuvent ne pas se superposer exactement et la queue prend alors un aspect bifurqué qui n'avait point échappé au savant allemand.

Les dimensions de cette queue sont assez variables : parfois égale en longueur à la partie antérieure renflée, *H. psorospermica* (Pl. IX, fig. 83), elle en atteint le double dans l'*H. monurus* (Gurley) et à peine la moitié dans l'*H. brevis*. Plus large à sa base, elle s'effile progressivement vers son extrémité libre (*H. psorospermica*, *H. media*) ; chez *H. brevis*, cette dernière se termine par un petit renflement.

La partie antérieure est plus ou moins globuleuse, allongée et étroite dans *H. psorospermica* et *media* où elle est à peu près fusiforme ; elle peut être beaucoup plus élargie dans d'autres espèces.

Les spores que nous venons de passer en revue, ne renferment normalement que deux capsules polaires. Dans d'autres Myxosporidies, qui ont été observées tout d'abord par LEYDIG, elles présentent quatre de ces éléments (Chloromyxidées).

Parmi ces spores à quatre capsules, les unes se rapportent au type *Sphaerospora* et sont à peu près régulièrement sphériques (*Chloromyxum fluviatile*) (Pl. VII, fig. 21, 22) ; d'autres ressemblent à des *Myxidium* et sont fusiformes avec deux capsules à chaque extrémité : de telles spores ont été vues par LEYDIG chez des Plagiostomes (*Raja batis*) et par M. BALBIANI chez la *Pyralis ciridana*.

Chez le *Chloromyxum Leydigi*, elles se rapprochent de celles des *Myxosoma Dujardini* : elles sont ovoïdes avec une extrémité très pointue où se trouvent les capsules polaires (Pl. VII, fig. 9, 10).

Chaque valve présente un rebord sutural qui, sur la spore vue de champ (fig. 9), forme à la petite extrémité une pointe aiguë ; à l'extrémité postérieure, se prolonge une sorte d'appendice de forme quadrangulaire qui ne se voit bien que sur la spore examinée à plat

(fig. 10, *a*). De cet appendice partent un certain nombre de filaments assez grêles qui n'ont encore été signalés par aucun observateur ; je les ai toujours observés d'une façon fort nette sur les spores encore contenues dans les sporoblastes : dans celles qui sont libres dans la bile, ils semblent souvent avoir disparu. La partie postérieure de ces spores, quand on les examine de champ, présente un certain nombre de dentelures qui sont produites par les stries de l'enveloppe dont nous parlerons dans un instant.

Enfin, la spore du *Chloromyxum caudatum* se rapproche par sa forme de celle des *Henneguya* (Pl. VII, fig. 36).

En somme, on voit que dans ces Myxosporidies on trouve des spores dont la configuration extérieure offre la plus grande analogie avec celle des principaux types de spores à deux capsules. Doivent-elles être considérées comme dérivant de ces dernières ou, au contraire, représentent-elles avec celles-ci le résultat de différenciations parallèles d'un type originel commun, c'est une question qui ne semble guère susceptible d'une solution sérieusement motivée.

On trouve encore parmi ces spores à quatre capsules un type morphologique assez singulier et fort difficile à rattacher aux autres formes. Je veux parler des spores du *Chloromyxum quadratum*, découvertes par PEKELHARING et signalées pour la première fois par L. PFEIFFER (4).

Ces spores offrent une analogie grossière avec une pyramide quadrangulaire. Leur grosse extrémité, qui représente la base de la pyramide, vue à plat, offre l'aspect représenté dans la fig. 100, *b* (Pl. IX), c'est un carré dont les angles sont arrondis et fortement saillants en raison de la concavité très marquée des quatre côtés. Cette base de la spore n'est pas plane mais convexe en dessous, comme on le voit sur les spores examinées de côté (fig. 100, *a*). Les quatre angles se continuent sous forme d'arêtes saillantes qui se recourbent à leur partie supérieure et viennent converger au sommet de la spore où sont situées les quatre capsules (fig. 100, *a*, spore vue de côté en coupe optique).

Cette enveloppe est, comme toujours, formée de deux valves : seulement l'absence de rebord marginal rend ici leur suture très difficile à apercevoir ; elle coupe la spore au niveau de la partie médiane de deux faces opposées.

Les spores des Glugéidées sont remarquables par la constance de leur forme : elles sont ovoïdes, et ne montrent chez les différentes espèces, que des particularités morphologiques de peu d'importance.

L'ovoïde qu'elles représentent peut être plus ou moins allongé (Pl. ix, fig. 129-132). La petite extrémité est tantôt arrondie (fig. 135-141), tantôt beaucoup plus atténuée et presque pointue (fig. 126-132). Leurs dimensions varient aussi d'une façon considérable, comme nous le verrons.

Sur beaucoup de ces spores, on observe une ligne saillante longitudinale (Pl. ix, fig. 14) signalée pour la première fois par M. BALBIANI dans celles de la *Gl. bombycis*, vue depuis par PASTEUR.

Elle ressemble tout à fait à la ligne de suture des autres pièces et je crois qu'il faut la considérer comme représentant celle-ci. Je l'ai observée dans un certain nombre d'espèces : *Glugea bombycis*, *G. microspora*, *Pleistophora*, *Thelohania Giardi*, etc. Dans cette dernière, j'ai constaté, comme je l'ai dit, la déhiscence des valves ; celles-ci ne présentent pas de rebord sutural, mais un simple épaississement d'ailleurs peu marqué de leur bord libre, qui donne lieu à la ligne saillante que l'on remarque sur les spores entières.

La surface des valves de l'enveloppe peut être absolument lisse : *Leptotheca*, *Ceratomyxa*, *Sphaerospora elegans*, *Myxosoma Dujardini*, *Myxobolus ellipsoïdes*, *M. piriformis*, etc.

Dans beaucoup d'espèces, elle présente, au contraire, des stries plus ou moins accusées, quelquefois très fines et assez difficiles à distinguer : *Thelohania Giardi* (fig. 58), *Glugea microspora*, *Sphaeromyxa Balbianii* etc., dans lesquelles ces stries sont parallèles au grand axe de la spore. Elles offrent la même direction dans le *Myxidium Lieberkühni* (Pl. viii, fig. 47) et le *M. histophilum* (fig. 49), mais elles sont plus marquées surtout chez ce dernier.

Dans la *Sphaerospora divergens*, j'en ai vu sur quelques spores : mais elles sont très peu accentuées et semblent même ne pas exister d'une façon constante.

Chez la *Sphaerospora producta* elles sont, au contraire, très accentuées. Sur la spore vue à plat, elles présentent la disposition représentée dans la fig. 93 (Pl. ix). Elles parcourent d'avant en arrière la surface des valves et, en se recourbant pour suivre la convexité de celles-ci, elles donnent à la partie postérieure un aspect dentelé.

C'est chez le *Chloromyxum Leydigi* qu'elles offrent la disposition la plus complexe. Elles décrivent une course à peu près parallèle au contour postérieur de la valve et dont la concavité est tournée vers la petite extrémité : elles viennent ainsi tomber obliquement sur le rebord sutural (Pl. I, fig. 9, *i*). Si on fait tourner la spore de 90° de manière à avoir sous les yeux la ligne de suture (fig. 10, *s*), on voit ces stries se diriger en arrière et donner lieu au moment où elles contournent la partie postérieure de la valve, à des saillies qui, vues en coupe optique, semblent des dentelures de l'enveloppe.

Celles-ci avaient été vues par LEYDIG, mais l'existence et la disposition des stries qui produisent cet aspect de la spore n'avaient pas encore été signalées. J'ai retrouvé ces stries sur toutes les spores : elles ne sont pas toujours aussi marquées et il faut parfois un examen attentif pour arriver à reconnaître nettement leur présence et leur circulation à la surface des valves.

Quels que soient sa forme et l'état de sa surface, l'enveloppe de la spore est en général très mince, formée d'une substance homogène un peu réfringente et d'une transparence parfaite.

Cette substance est remarquable par sa résistance à l'action des agents chimiques. Elle est, en effet, comme l'a établi M. BALBIANI, insoluble dans la soude, la potasse, les acides même concentrés. Ces liquides provoquent seulement la séparation des valves quand on les laisse agir pendant un temps suffisant. BÜTSCHLI est cependant parvenu à dissoudre l'enveloppe par l'action prolongée de l'acide sulfurique bouillant.

En traitant certaines spores, en particulier celles des Glugéidées, par l'acide nitrique à 36° pur ou additionné d'eau dans la proportion de 1/3 environ, j'ai observé un fait qui me semble mériter d'être signalé en raison du profit que l'on en peut tirer au point de vue de l'étude du contenu de l'enveloppe. Sous l'influence du réactif, on voit, en effet, cette dernière se gonfler d'une façon considérable, de telle sorte que sa longueur et sa largeur augmentent de près d'un tiers de leurs dimensions primitives : *Glugea gigantea*, etc. (Pl. IX, fig. 143, 144). Dans la *Gl. bombycis*, le gonflement est plus considérable et son volume augmente presque de moitié (Pl. IX, fig. 145, *c*, *d*). L'enveloppe ainsi dilatée devient en même temps extrêmement transparente ; de plus, le protoplasma de la spore se

trouve coagulé et on reconnaît avec la plus grande netteté la présence d'une capsule à filament, ce qui est complètement impossible sur les spores fraîches.

Je n'ai pas déterminé la nature chimique de la substance qui constitue l'enveloppe. Elle ne présente en tout cas aucun des caractères de la cellulose.

DIMENSIONS DES SPORES.

Les dimensions des spores sont sujettes à de très grandes variations suivant les espèces ; on trouvera ce caractère indiqué à propos de la description de chacune de ces dernières.

Je me borne à citer ici quelques exemples typiques pour que l'on puisse se rendre compte de la grande variabilité qu'offre la taille de ces éléments reproducteurs.

	Longueur de la spore.	Largeur de la spore.
<i>Ceratomyxa sphaerulosa</i>	90 à 100 μ	10 à 12 μ
<i>Ceratomyxa arcuata</i>	35 à 40	12 à 15
<i>Myxidium Lieberkühni</i>	18 à 20	5 à 6
<i>Myxidium incurvatum</i>	8 à 9	4 à 5
<i>Sphaeromyxa Balbianii</i>	15	5
<i>Myxobolus ellipsoïdes</i>	12 à 14	9 à 11
<i>Henneguya prorospermica</i>	40	7
<i>Henneguya brevis</i>	14 à 15	4 à 5
<i>Glugea gigantea</i>	7 à 9	5
<i>Glugea microspora</i>	4	3
<i>Glugea bombycis</i>	3	2 à 15
<i>Thelohania octospora</i>	4	3

CAPSULES POLAIRES.

Ces éléments sont absolument caractéristiques des spores de Myxosporidies.

Ils ont été signalés par J. MÜLLER, qui les décrivit comme des vésicules brillantes, piriformes, convergeant vers la partie antérieure de la spore, mais MÜLLER ignorait leur signification véritable

et leur faisait jouer un rôle dans la reproduction des Psorospermies. Dans les travaux qui suivirent, les auteurs constatèrent tous leur présence sans donner aucune indication relativement à leur structure que M. BALBIANI fit, le premier, connaître en 1863, en montrant qu'elles renferment un filament enroulé en spirale, susceptible de se dérouler et de faire saillie au dehors, observation qui fut confirmée tout d'abord par BESSELS, puis par SCHNEIDER (1875), et par BÜTSCHLI.

Les capsules sont très réfringentes, ce qui les rend en général très faciles à apercevoir. Cependant, dans les Glugéidées, elles sont invisibles à l'état frais par suite d'une disposition particulière sur laquelle je reviendrai.

Elles sont toujours piriformes, mais présentent dans les différentes espèces des modifications morphologiques assez variées.

On peut y distinguer une portion renflée et une sorte de col plus ou moins allongé, par l'extrémité duquel elles sont fixées à l'enveloppe de la spore.

Parfois l'ovoïde qu'elles forment est très allongé et la portion renflée se continue insensiblement avec le col : *Henneguya* (Pl. VII, fig. 34). Dans d'autres cas, elles présentent une forme beaucoup plus ramassée et globuleuse, et leur portion rétrécie est fort courte : *Myxobolus*, *Ceratomyxa*, *Myxidium*, etc.

Dans les Glugéidées, elles présentent un col très allongé (Pl. VII, fig. 144-145, c, d).

Leurs dimensions sont très variables et généralement en rapport avec la forme et la taille de la spore ; sauf chez les Glugéidées où elles sont relativement beaucoup plus grosses que dans les autres formes.

On trouvera leurs dimensions à propos de chaque espèce dans la partie descriptive de ce travail. Je me borne à citer ici quelques chiffres ; leur longueur est de 7-8 μ dans l'*Henneguya psorospermica* ; 4 μ environ dans le *Myxobolus ellipsoïdes*, 6 μ dans le *M. oviformis* ; 7 μ de longueur sur 5 μ environ de largeur maxima chez *Ceratomyxa sphærulosa*, etc.

Leur nombre varie de 1 à 4, mais il est constant dans une même espèce, sauf les cas de malformations.

Dans la plupart des Myxosporidiés, la spore en renferme deux : elles peuvent alors être placées côte à côte avec leurs petites extré-

mités convergentes : *Leptotheca* (Pl. VII, fig. 25, 30), *Ceratomyxa* (Pl. VII, fig. 3, etc.), *Myxobolus* (Pl. IX, fig. 86, 96, 112, etc.), sauf chez le *M. piriformis*, où il n'en existe qu'une seule, *Henneguya*, *Sphaerospora elegans*, *producta*, etc. La *Sph. divergens* présente une exception remarquable et chez elle les deux capsules sont divergentes (Pl. VII, fig. 12 et 13).

Dans les *Myxidium*, on trouve aussi deux capsules, mais elles sont ici placées aux deux extrémités opposées : leur grand axe est tantôt parallèle à celui de la spore, *M. Lieberkühni*, tantôt oblique, *M. incurvatum* (Pl. VIII, fig. 54).

Ces deux capsules sont en général absolument égales entre elles : dans quelques cas, l'une est toujours beaucoup plus grosse : *M. dispar* (Pl. IX, fig. 86).

Dans la famille des Chloromxydées, la spore renferme normalement quatre capsules ; celles-ci semblent toujours égales : elles sont tantôt réunies en un seul groupe : *Chl. Leydigi* (Pl. VII, fig. 9, 10), *Chl. fluviale*, *Chl. quadratum* (Pl. IX, fig. 100, a, b) ; tantôt disposées deux à deux aux extrémités de la spore qui est fusiforme : spores signalées par LEYDIG chez *Raja batis*, par M. BALBIANI chez *Pyrallis viridana*.

Enfin, certaines formes ne présentent qu'une seule capsule ; ce fait s'observe chez le *M. piriformis* qui, sous ce rapport, constitue dans le genre *Myxobolus* une remarquable exception (Pl. IX, fig. 116, 117). L'existence d'une seule capsule est un caractère constant des spores chez les *Glugéidiées*. Dans ces spores, contrairement à ce qui a lieu généralement, cet élément est absolument invisible à l'état frais (Pl. VII, fig. 14, 15 ; Pl. IX, fig. 129-132, 141, 143, etc.). Dans ces conditions, la spore apparaît comme un petit corps ovoïde, réfringent, dans l'intérieur duquel on ne distingue qu'une vacuole claire occupant la grosse extrémité. En examinant un très grand nombre de spores, on en trouve, il est vrai, quelques-unes où l'on aperçoit un petit point brillant au voisinage de la petite extrémité. Ce fait noté par M. BALBIANI à propos de la *Gl. bombycis*, par KOROTNEFF chez la *Gl. bryozoïdes* et que j'ai constaté également chez d'autres espèces (*Gl. microspora*, *G. depressa*, *Thelohania Giardi*, etc.), est toutefois beaucoup trop inconstant et les caractères de ce petit point brillant trop peu marqués, pour que l'on puisse, en se basant sur cette observation, soupçonner l'existence d'une capsule. Aussi,

certains de ces organismes avaient-ils été considérés comme formant un groupe à part que M. BALBIANI avait désigné sous le nom de *Microsporidies*.

Je suis parvenu à mettre en évidence la capsule que renferment les spores de ces Microsporidies, soit d'une façon indirecte, en provoquant la sortie du filament qu'elle contient, soit en la rendant visible par l'action de l'acide nitrique, comme je l'ai déjà indiqué.

Dans les spores traitées par ce réactif, on distingue très nettement une grosse capsule très réfringente qui s'étend presque jusqu'à l'extrémité postérieure (Pl. ix, fig. 144, 145, c. d).

Quel que soit le nombre de ces éléments et leur disposition à l'intérieur de la spore, leur fixation à l'enveloppe a toujours lieu de telle sorte que, s'ils sont au nombre de 2 ou 4, ils se trouvent également répartis entre les deux valves. Quand celles-ci viennent à s'écarter, chacune d'elles entraîne, suivant le cas, une ou deux capsules qui lui restent adhérentes, comme CREPLIN l'avait déjà observé. Dans les spores unicapsulées dont l'enveloppe s'est ouverte, on voit aussi la capsule rester fixée à l'une des valves (*M. piriformis*).

De plus, le point d'attache de ces petits corps se trouve toujours au voisinage de la suture ; chez certains *Myxobolus*, on constate, à ce niveau, l'existence d'un petit prolongement du rebord sutural de forme triangulaire qui fait saillie dans la cavité de la spore et se trouve placé entre les deux capsules: *M. Mülleri* (Pl. ix, fig. 96); *M. Pfeifferi* (Pl. viii, fig. 77, t). Cette disposition avait été vue par MÜLLER : elle n'existe pas dans tous les *Myxobolus* et manque, par exemple, chez le *M. ellipsoïdes* ; je n'ai pas trouvé l'équivalent dans les autres genres.

Chaque capsule, fixée ainsi au bord interne d'une des valves, communique avec l'extérieur par un petit canal particulier ménagé entre les deux rebords suturaux, et qui sert à la sortie du filament quand celui-ci vient à se dérouler (Pl. ix, fig. 97, 112).

Ce filament, dont l'existence a été découverte par M. BALBIANI, se distingue très nettement dans certaines spores examinées à l'état frais : *Ceratomyxa sphaerulosa* (Pl. vii, fig. 3), *Myxidium histophilum* (Pl. viii, fig. 49), *Myxobolus Mülleri* (Pl. ix fig. 96), etc. Dans d'autres espèces, on ne l'aperçoit que sur un assez petit nombre de spores : *Henneguya psorospermica*, *Myxidium Lieberkühni*, etc. Dans un grand nombre, il est tout à fait invisible : *Myxobolus*

ellipsoïdes, *Sphaerospora elegans*, *Sph. divergens*, *Leptotheca*, *Chloromyxum*, etc. Au moyen de certains réactifs, et en particulier de l'eau iodée, on le rend apparent à peu près dans toutes les spores.

Dans tous ces cas, on constate qu'il est enroulé en spirale autour d'un axe qui se confond avec le plus grand axe de la capsule.

Je n'ai observé d'exception à cet égard que chez la *Sphaeromyxa Balbianii*, où l'axe d'enroulement est, au contraire, perpendiculaire à ce dernier (Pl. VIII, fig. 60).

M. BALBIANI avait provoqué la sortie du filament chez un assez grand nombre d'espèces : *Myx. ellipsoïdes*, *M. piriformis*, *Myxidium Lieberkühni*, *Henneguya psorospermica*, etc., au moyen de solutions de potasse ou de soude.

SCHNEIDER obtint le même résultat avec la glycérine, BÜTSCHLI avec l'acide sulfurique.

En outre des moyens précédents, j'ai employé avec succès l'eau bouillante, l'éther, les acides nitrique, acétique, chlorhydrique, l'eau iodée, l'eau distillée.

Relativement à l'action de ces différents réactifs, j'ai pu observer un fait qui me semble présenter un certain intérêt et qui consiste en ce qu'un réactif qui réussit admirablement quand on l'applique aux spores d'une espèce déterminée, peut parfaitement ne donner aucun résultat chez d'autres espèces même très voisines.

Inversement, on voit, chez certaines Myxosporidies, le filament de la spore sortir indifféremment de la capsule sous l'influence de quatre ou cinq substances différentes, tandis que chez d'autres cette sortie ne peut être provoquée que par un seul réactif.

J'ai réuni dans le tableau suivant les résultats que j'ai pu faire à ce sujet chez un certain nombre d'espèces. Le signe + indique la sortie du filament dans les spores traitées par le réactif désigné en tête de la colonne ; le 0 marque un résultat négatif nettement constaté. Malheureusement, dans beaucoup de cas, je n'ai mentionné dans mes notes que les substances dont l'usage m'avait réussi, de sorte que ces indications demeurent fort incomplètes.

On remarquera que chez certaines espèces je ne suis pas parvenu à provoquer ce phénomène (*Chl. Leydigii*, *Glugea gigantea*) faute, sans doute, d'avoir employé une substance appropriée.

Il faut encore noter que, dans les spores abandonnées dans l'eau pendant un certain temps on constate souvent la sortie du filament (*Myxidium Lieberkühni*, *Myxobolus*, etc.) comme BÜTSCHLI l'a signalé le premier.

	Soude et Potasse	Acide sulfu- rique	Acide chlorhy- drique	Acide nitrique	Acide acétique	Éther	Eau iodée	Eau distillée
<i>Ceratomyxa sphærulosa</i>	+			+		+		
<i>Sphærospora elegans</i> ...	+						o	
<i>Sph. divergens</i>	+						o	
<i>Myxosoma Dujardini</i> ...					+			
<i>Myxidium Lieberkühni</i> ..	+							
<i>M. incurvatum</i>		o		+			o	
<i>M. sphericum</i>	+							
<i>Sphæromyxa Balbianii</i> .	+	+		+		o	+	
<i>Myxobolus ellipsoïdes</i> ...	+						o	
<i>M. exiguus</i>	+						o	
<i>M. piriformis</i>	+						o	
<i>Henneg. psorospermica</i> .	+			+	+		o	
<i>H. media</i>	+						o	
<i>Chloromyxum Leydigi</i> ..				o	o	o	o	
<i>Chl. quadratum</i>				+				+
<i>Glugea microspora</i>	o	o	o	o	o	o	+	o
<i>Gl. ovoïdeæ</i>				+				
<i>Gl. bombycis</i>	o	o	o	+	o	o	o	
<i>Gl. gigantea</i>	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Pleistophora</i>	o	o	o	o	o	o	+	o
<i>Thelohania octospora</i> ..	o	o	o	o	o	+	o	o
<i>Th. Giardi</i>	o	o	+	+	o	o	o	o

Enfin, on l'observe avec une très grande fréquence dans les spores soumises à l'action des sucs digestifs des animaux qui constituent les hôtes habituels de l'espèce à laquelle elles appartiennent. Nous reviendrons sur ce fait à propos du mode de propagation de nos parasites.

Un fait assez remarquable et que j'ai déjà signalé (3), c'est que la sortie du filament peut encore être obtenue au moyen des réactifs sur des spores desséchées depuis longtemps. J'ai pu, en effet, l'observer en traitant par la potasse des spores de *Myxobolus ellipsoïdes* que M. BALBIANI conservait à l'état de dessiccation depuis plusieurs années et qu'il avait bien voulu mettre à ma disposition. Au contraire, après l'action de l'alcool, le filament demeure dans la capsule et on ne peut obtenir son expulsion par aucun moyen.

Comme on l'observe dans les nématocystes, la sortie du filament se fait ici brusquement et, au moment où elle se produit, on voit la spore rejetée en arrière. En même temps on constate que la capsule vidée perd sa réfringence et revient sur elle-même (BALBIANI) (Pl. VII, fig. 19).

Le filament vient faire saillie hors de la spore en passant par le petit canal dont j'ai déjà parlé. Il offre, en général, l'aspect d'un fil de longueur très variable et d'une grande finesse: il semble être plus épais à sa base et aller en s'amincissant vers son extrémité libre, mais cette disposition est le plus souvent peu accentuée et difficile à constater.

Dans la *Sphaeromyxa Balbianii* il offre des caractères exceptionnels et tout à fait remarquables. Nous avons déjà vu qu'il est enroulé dans la capsule d'une façon particulière. Quand on a provoqué sa sortie, on voit que au lieu d'être filiforme comme dans les autres espèces, cet élément constitue ici un véritable cône relativement court, sa longueur ne dépassant pas celle de la spore (15 μ) et dont la base offre un diamètre presque égal à la largeur de l'extrémité de l'enveloppe (Pl. VIII, fig. 61). Il est creux et sa cavité se continue avec celle de la capsule; celle-ci, après son expulsion, perd sa réfringence et diminue considérablement de volume, comme dans toutes les autres spores.

Cette forme et cette épaisseur du filament chez la *Sph. Balbianii*, m'ont permis de constater nettement que ses parois se continuent avec celles de la capsule et que sa sortie a lieu par dévagination, cette espèce d'appendice se retournant en doigt de gant pour arriver à l'extérieur, observation que sa trop grande minceur rend impossible sur les spores des autres Myxosporidies.

Chez celles-ci, le filament atteint souvent une grande longueur; celle-ci est surtout remarquable chez certaines Glugéidées, où elle atteint jusqu'à huit, dix et jusqu'à treize fois la longueur de la spore:

Glugea microspora (Pl. ix, fig. 142), *Pleistophora typicalis* (fig. 136), *Thelohania octospora* (fig. 128), etc. Dans la *Glugea bombycis*, il ne mesure guère que trois fois la longueur de la spore (fig. 145, *a, b, d.*) deux fois dans le *Myxobolus piriformis* (Pl. iii, fig. 117), le *Chloromyxum quadratum* (fig. 100, *c*), la *Sphaerospora divergens* (Pl. i, fig. 13, *f, f'*), etc.

Dans la *Ceratomyxa arcuata*, il atteint quatre fois la longueur du diamètre sutural (fig. 19, *f*), etc.

Les capsules et le filament qu'elles renferment sont formés d'une substance identique à celle qui constitue l'enveloppe de la spore : comme M. BALBIANI l'a fait remarquer depuis longtemps, ces éléments possèdent la même transparence et la même résistance à l'action des agents chimiques.

En présence de ce fait, on a quelque peine à comprendre comment MINGAZZINI a pu être amené à voir dans les capsules polaires « les embryons des Myxosporidies » (« i corpi polari non siano altro che gli embrioni dei Myxosporidi, omologhi dei corpi falciformi delle spore delle gregarine e dei coccidi..... ») et à les comparer aux corps falciformes des Grégarines. J'avoue que toute espèce de rapport m'échappe entre ces derniers, essentiellement protoplasmiques et pourvus d'un noyau, et les capsules des Myxosporidies, avec leur structure si spéciale et surtout leurs caractères chimiques, qui établissent entre elles et le protoplasma vivant une différence aussi profonde que possible.

Quand on soumet des spores soit isolées, soit comprises dans des coupes, à l'action des couleurs d'aniline, on constate que celles-ci se fixent sur les capsules polaires avec une grande intensité ; au contraire, l'hématoxyline et le carmin les laissent constamment incolores (Pl. vii, fig. 48, 59 ; Pl. ix, fig. 89, 97, 112, 116, etc.).

La coloration dans le premier cas est-elle un simple phénomène mécanique, tenant à la difficulté qu'éprouve le colorant à sortir de la capsule une fois qu'il y a pénétré, ou bien, au contraire, s'agit-il d'une affinité spéciale pour les réactifs du liquide contenu dans les capsules et coagulé sous l'influence du fixateur, c'est une question que je ne puis résoudre avec certitude ; cependant, c'est la seconde alternative qui me semble le mieux en rapport avec les faits que j'ai observés.

Sur les coupes, on constate en outre très souvent l'existence d'un noyau accolé à l'extrémité postérieure de chaque capsule, et un

examen attentif permet de reconnaître, autour de ce noyau, l'existence d'une mince couche de protoplasma accolée à la capsule (Pl. ix, fig. 97, 112, 116, Pl. viii; fig. 59).

Cette disposition s'observe constamment chez certaines espèces, par exemple le *Myxobolus ellipsoïdes* (fig. 112). Dans d'autres, elle est encore fréquente (*Myxobolus piriformis*, *M. Mülleri*, *Sphaeromyxa Balbianii*). Il y a enfin des spores où je ne l'ai jamais rencontrée (*Henneguya psorospermica*, *Ceratomyxa*, etc.), quand elles ont atteint leur maturité. Ce noyau et la petite masse de protoplasma qui l'entoure ne sont, comme nous le verrons, que le reste d'une cellule qui a donné naissance à la capsule polaire.

L'existence de ces éléments donne à la capsule une ressemblance remarquable avec un nématocyste enfermé dans le cnidoblaste qui l'a produit. Toutefois, cette comparaison ne peut être poussée très loin : ici, en effet, je n'ai jamais rien observé qui pût être comparé au cnidocil des véritables organes urticants. De plus, la disparition absolument complète des restes de la cellule capsulogène, qui semble la règle dans certaines espèces, est un fait qui ne paraît guère de nature à autoriser un rapprochement entre ces deux ordres de productions. Je reviendrai d'ailleurs sur cette question à propos du développement des capsules, développement qui, comme on le verra, présente avec celui des nématocystes la plus grande analogie.

PROTOPLASMA DE LA SPORE.

Une partie considérable de la cavité de la spore est occupée par une petite masse d'un protoplasma finement granuleux, qui représente le véritable élément reproducteur de nos organismes et est destiné à donner une nouvelle Myxosporidie.

Ce protoplasma avait été vu par J. MÜLLER, mais cet auteur n'avait pas reconnu sa véritable signification, tenant les Psorospermies pour des organismes autonomes qui se multipliaient par génération endogène et regardant les capsules polaires comme des Psorospermies-filles en voie de développement.

LIEBERKÜHN se fit, le premier, une idée exacte de la nature et du

rôle de cette partie de la spore : il rapporte qu'il a vu les valves de l'enveloppe s'écarter et le contenu protoplasmique arriver au dehors sous forme d'une petite Amibe.

En 1881, BÜTSCHLI a signalé dans ce protoplasma l'existence d'un noyau.

J'ai depuis démontré qu'il renferme en réalité deux de ces éléments ; et, qu'en outre, on y trouve dans certaines espèces, une vacuole remplie d'une substance particulière qui possède certaines réactions du glycogène.

Je rappellerai enfin la singulière opinion émise en 1890, par MINGAZZINI, qui ne veut voir dans ce protoplasma qu'un élément de rebut, une sorte de noyau de reliquat ; la partie germinative de la spore étant représentée par les capsules polaires. Je n'insiste pas davantage sur cette interprétation que je crois avoir réfutée d'une façon suffisante à propos de la composition chimique de ces dernières.

En général, le protoplasma de la spore remplit complètement la partie de la cavité de la spore située en arrière des capsules polaires ou entre elles.

Dans la spore des *Ceratomyxa*, au contraire, elle n'en occupe souvent qu'une faible portion et se trouve tout entière dans une seule valve : *C. sphaerulosa* (fig. 3, *p*). Dans ces cas, on constate souvent dans l'autre valve la présence de petits amas d'une substance pâle, dont je n'ai pas éclairci la nature exacte, mais qui représentent très probablement des restes des cellules capsulogènes (fig. 3, *r*).

La forme de cette petite masse protoplasmique est évidemment très variable et en rapport avec la configuration de la cavité. Lorsque les capsules sont réunies à la même extrémité de la spore, sa partie antérieure présente en général un aspect sinueux en rapport avec la présence de ces éléments (Pl. VII, fig. 30 ; Pl. IX, fig. 83, 86, 96, etc). Quand ceux-ci sont disposés aux extrémités opposées, le protoplasma présente également une concavité dans laquelle se trouve pour ainsi dire logée la convexité de la capsule : *Myxidium*, *Sphaeromyxa* (Pl. VIII, fig. 47, 54, 58).

L'existence de ce protoplasma se reconnaît en général très nettement sur les spores observées à l'état frais et ses contours sont faciles à apprécier. Dans quelques cas, cette observation devient

beaucoup plus délicate ; c'est en particulier le cas dans certaines spores dont l'enveloppe est fortement striée, comme par exemple celles de *Chloromyxum Leydigi*.

Dans les Glugéidées, le protoplasma de la spore se montre dans des conditions particulières qui font qu'il devient difficile de se rendre bien compte de la forme qu'il affecte et de sa disposition dans la cavité de l'enveloppe.

À l'état frais, ces spores offrent dans toutes les espèces, un aspect à peu près identique. Elles sont, comme on l'a vu, ovoïdes, assez réfringentes et on ne distingue dans leur intérieur qu'une sorte de grosse vacuole claire occupant leur grosse extrémité (Pl. ix, fig. 119, 124, 122 *a*, 143, etc). En les traitant par l'acide nitrique, on obtient les aspects représentés fig. 144 et 145, *c d*, c'est-à-dire que l'on distingue une capsule polaire et des amas irréguliers de protoplasma coagulé. D'après ce que j'ai pu observer, je crois qu'à l'état frais le protoplasma enveloppe complètement la capsule, et la rend impossible à distinguer.

Quant à la vacuole de la partie postérieure, sa nature et sa signification sont bien difficiles à déterminer : j'y reviendrai plus loin.

Les caractères du protoplasma de la spore varient peu dans les différentes Myxosporidies que j'ai étudiées. Il est très finement granuleux et d'aspect homogène.

Noyaux. — Le protoplasma renferme toujours deux noyaux qui sont le plus souvent accolés l'un à l'autre, d'une façon plus ou moins étroite, de telle sorte que, dans certains cas, il paraît plutôt y avoir un noyau unique un peu allongé et un peu étranglé vers sa partie moyenne. Dans d'autres spores, ils sont encore au contact l'un de l'autre, mais on distingue nettement qu'il s'agit de deux éléments distincts (Pl. viii, fig. 48 ; Pl. ix, fig. 97, 112, 116, etc.). Enfin, on les trouve assez souvent un peu éloignés l'un de l'autre (fig. 48, 59, *n*).

Il est très rare que leur existence puisse être reconnue à l'état frais : on les voit alors apparaître au milieu du protoplasma comme deux petites taches sombres.

Il est probable que c'est bien eux que BÜTSCHLI avait vus dans la spore du *Myxidium Lieberkühni*, mais leur nombre exact lui avait échappé. Quant à la tache claire ovale ou arrondie qu'il a

décrite comme un noyau dans la spore du *Myxobolus Mülleri*, il me paraît à peu près certain, d'après sa description et la figure qui l'accompagne, qu'il s'agissait de la vacuole à contenu colorable par l'iode que nous étudierons plus loin.

On aperçoit mieux les noyaux après l'action des réactifs, par exemple en traitant les spores par le picrocarmin ou le carmin aluné, après les avoir fixées par l'alcool, le sublimé, ou encore au moyen du vert de méthyle après fixation par l'acide osmique. Toutefois, leur coloration dans ces conditions est le plus souvent assez diffuse, et c'est surtout sur des spores contenues dans des coupes qu'en peut en faire une étude satisfaisante. La technique qui me semble la plus recommandable consiste dans l'emploi du liquide de Flemming comme fixateur, suivi de coloration par le violet de gentiane, le bleu de méthylène, la fuchsine, et surtout par la safranine, suivant le procédé d'HENNEGUY.

Sur les préparations ainsi obtenues, on reconnaît en général très nettement la présence de deux éléments nucléaires. Un fait assez particulier consiste dans la différence que l'on constate entre certaines espèces au point de vue de la facilité de coloration des noyaux de la spore.

Ceux-ci, en effet, sont très faciles à colorer, par exemple dans les spores des *Myxobolus ellipsoïdes*, *piriformis*, du *Myxidium Lieberkühni*; au contraire, ce n'est que dans un petit nombre de spores que l'on obtient une coloration satisfaisante dans le *Myxobolus Mülleri*, l'*Hennequya psorospermica*.

Ces variations semblent tenir à l'obstacle plus ou moins considérable que rencontre le réactif pour pénétrer dans la spore.

Les dimensions et l'aspect des noyaux varient d'une façon assez considérable.

Dans le *Myxobolus ellipsoïdes*, par exemple, ils sont ordinairement de petite taille et se présentent comme de petits corps colorés d'une façon intense et uniforme. Il en est de même chez l'*Hennequya psorospermica*.

Dans d'autres espèces, ces noyaux sont plus gros; ils ne sont plus colorés d'une façon uniforme, et leur apparence se rapproche complètement de celle des noyaux ordinaires. On y distingue en général, un gros globule coloré central figurant un nucléole, accom-

pagné ou non de globules plus petits (Pl. ix, fig. 116; Pl. viii, fig. 59,) etc. D'autres fois la chromatine s'y montre sous forme de granulations irrégulièrement distribuées.

Comme je l'ai dit, j'ai retrouvé ces noyaux dans toutes les spores des Myxosporidies que j'ai étudiées. Toutefois, dans les Glugéidées, à cause de la petite taille que présentent leurs spores, et de la disposition spéciale de leur protoplasma, mes observations à cet égard n'offrent pas toute la précision désirable.

Ces spores, traitées par les couleurs d'aniline, présentent en général une coloration très intense, sauf au niveau de la vacuole postérieure qui reste toujours absolument incolore (Pl. ix, fig. 134). Cette coloration provient, je crois, de la capsule polaire qui, ici comme dans les autres espèces, retient fortement les réactifs dont il s'agit. Cependant, dans un petit nombre de cas, la capsule semble demeurer réfractaire à leur action et on peut alors distinguer vers la partie médiane de la spore, de petits granules colorés, tantôt isolés, tantôt réunis en une petite masse allongée, dirigée transversalement.

Ces éléments représentent certainement les noyaux de la spore ; on en trouve d'ordinaire deux ou trois : il y a, sans aucun doute, ici comme dans les autres espèces, deux noyaux appartenant au protoplasma et un troisième qui se rattache à l'évolution de la capsule ; mais la constatation précise de ces faits est presque impossible, du moins à l'aide des méthodes techniques dont on dispose actuellement.

Vacuole des Myxobolidées.

Dans les Myxididées et les Chloromyxidées, le protoplasma de la spore ne renferme pas autre chose que les noyaux.

Chez certaines Myxosporidies, que j'ai réunies dans la famille des Myxobolidées, on y trouve en outre une production particulière que j'ai signalée, en 1889, et qui consiste en une sorte de vacuole renfermant une substance particulière nettement caractérisée.

Dans quelques cas, d'ailleurs peu fréquents, cette vacuole se voit sur les spores fraîches (quelques spores de *Myxobolus Mülleri*). On aperçoit alors vers la partie centrale du protoplasma, une sorte

de tache claire ovale ou arrondie, à contours plus ou moins réguliers. D'après la description de BÜRSCHLI et sa figure d'une spore de *Myxobolus*, il semble bien que c'est cette formation qu'il avait prise ici pour un noyau (2).

On constate beaucoup plus nettement sa présence après avoir soumis les spores à l'action de certains réactifs tels que l'alcool, l'acide osmique, l'acide nitrique faible, le nitrate d'argent à 2 %, etc.

On la voit alors apparaître en clair au milieu du protoplasma qui, coagulé sous l'influence de ces liquides, se distingue par son aspect finement granuleux et sa moindre réfringence. La substance qui remplit la vacuole conserve dans ces conditions un aspect homogène. Elle se montre absolument réfractaire à l'action des réactifs colorants (carmins, hématoxyline, couleurs d'aniline basiques ou acides, etc.), tant sur des spores isolées que sur celles qui sont comprises dans des coupes.

Dans ces dernières, on constate également qu'elle n'a pas de place fixe par rapport aux noyaux, qui peuvent être placés en avant, en arrière ou latéralement (Pl. ix, fig. 84, 97, 112, 116).

Au contraire, sous l'influence de l'iode, on la voit prendre une coloration caractéristique, d'un brun un peu rougeâtre, rappelant tout à fait la teinte que revêt la matière glycogène traitée par ce réactif (Pl. vii, fig. 33, 34, v). Le reste de la spore se colore en jaune paille.

On obtient facilement cette réaction en traitant des spores par la teinture d'iode, l'eau iodée ou la solution iodo-iodurée.

Dans certaines espèces, entre autres dans *Myxobolus exiguus*, on a souvent de la peine à déceler par ce moyen la présence de la vacuole. Ce fait m'a semblé tenir à ce qu'elle est ici relativement petite et recouverte d'une couche assez épaisse de protoplasma. D'après ce que j'ai observé, dans ces cas où la vacuole est difficile à voir même après traitement des spores par l'iode, on a beaucoup d'avantage à faire agir ce réactif sur des spores préalablement fixées par l'acide osmique, probablement à cause de la rétraction que subit sous l'influence de ce dernier le protoplasma qu'entoure la vacuole.

Comme la substance glycogène, dont il partage la réaction vis-à-vis de l'iode, le contenu de la vacuole est insoluble dans l'alcool : sur des spores conservées dans ce liquide on obtient encore facile-

ment sa coloration. Comme elle, également, il est soluble dans les alcalis. Après l'action un peu prolongée des acides il ne se colore plus; toutefois, je n'ai pu, dans ces circonstances, obtenir la réduction de la liqueur cupro-potassique.

Je n'ai pas trouvé trace d'une substance analogue dans les spores des Myxoporidies autres que les Myxobolidées non plus que dans le protoplasma des individus adultes, soit libres, soit développés dans les tissus, même chez les espèces dont les spores présentent la production que nous venons d'étudier.

Vacuole de la spore des Glugéidées.

Ainsi que je l'ai déjà indiqué, on observe à peu près constamment dans les spores des Glugéidées une sorte de vacuole claire au niveau de leur grosse extrémité (Pl. I, fig. 14 et 15; Pl. III, fig. 124, 129-132 143, etc).

Dans la *Glugea bombycis*, plus souvent que chez les autres espèces que j'ai étudiées, on rencontre des spores qui en sont dépourvues (Pl. IX, fig. 145, a) et qui, d'ordinaire, sont plus pâles et moins réfringentes que les autres. Pour M. PASTEUR, ces corpuscules pâles se représentaient les éléments aptes à se reproduire, les corpuscules brillants n'étant que des formes caduques et décrépites. M. BALBIANI, au contraire, voyait dans cette différence d'aspect la caractéristique d'un degré différent dans le développement, les premiers répondant à l'état jeune, les seconds à l'état de maturité des corpuscules.

Cette manière est certainement conforme à la réalité dans la plupart des cas; il m'a semblé pourtant qu'il y a des spores parfaitement mûres qui sont également dépourvues de vacuole et cela dans toutes les espèces. J'avoue que je ne suis pas arrivé à trouver l'explication de ce fait.

Dans les spores de la *Glugea punctifera*, on constate, dans l'espace clair de la grosse extrémité, la présence à peu près constante d'un petit globule extrêmement réfringent (Pl. IX, fig. 119); malheureusement je ne suis pas parvenu à déterminer sa nature.

Celle de la vacuole elle-même est également assez obscure. La substance qu'elle renferme est absolument réfractaire à l'action de tous les colorants et même de l'iode, employés soit sur des spores fraîches, soit sur des coupes (Pl. ix, fig. 136).

Après le traitement par l'iode, on voit bientôt le contenu de la spore devenir granuleux et la vacuole disparaître complètement (fig. 128, *b*, fig. 142). Je n'ai jamais observé de formation comparable dans les éléments reproducteurs des Myxosporidies appartenant aux autres familles.

GLOBULES GRAISSEUX.

Outre le protoplasma et les capsules polaires, on trouve très fréquemment dans les spores, de petits globules réfringents dont le nombre peut varier de 1 à 7 ou 8. On en compte le plus souvent 3 ou 4. Ils sont disséminés sans aucun ordre, tantôt à la surface du plasma, tantôt entre les capsules polaires.

M. BALBIANI les a signalés le premier. BÜTSCHLI les a également observés. Ils sont solubles dans l'alcool et, sous l'influence de l'acide osmique, je les ai vus se colorer fortement en noir. Ils sont donc de nature grasseuse.

Quant à leur origine, je crois qu'ils proviennent le plus souvent de la dégénérescence du protoplasma des cellules capsulogènes.

Enfin, à propos des substances de nature grasseuse contenues dans les spores, il faut citer celles de la *Glugea gigantea* qui en renferment en quantité assez considérable pour qu'après traitement par l'acide osmique ou le liquide de Flemming, elles deviennent complètement noires, de telle sorte qu'il devient, dans ces conditions, impossible de distinguer aucun détail de leur structure antérieure.

Pour terminer ce qui a trait à la structure des spores, il nous resterait à passer en revue certaines formes anormales que l'on rencontre assez souvent parmi ces éléments; mais la plupart de ces malformations résultant d'anomalie dans leur développement, je crois préférable de n'aborder leur étude qu'après avoir exposé les phénomènes de la sporulation.

RÉSUMÉ DE LA STRUCTURE DES SPORES.

Les spores des Myxosporidies sont très variables de forme et de dimensions.

Malgré la variété de leurs caractères morphologiques, on peut cependant trouver des transitions qui permettent de rattacher les unes aux autres les formes les plus différentes en apparence.

Ces spores présentent toujours une enveloppe formée de deux valves accolées. Dans la cavité de cette enveloppe on observe :

1° Des capsules polaires dont le nombre varie de 1 à 4 ; elles sont fixées aux valves au voisinage de la suture et chacune communique avec l'extérieur par un petit canal.

Elles occupent dans la spore différentes positions.

Elles sont piriformes, avec une sorte de col plus ou moins allongé.

Leur cavité contient un filament enroulé en spirale, de longueur variable, d'ordinaire filiforme, parfois beaucoup plus gros et de forme conique.

Ce filament peut se dérouler et faire saillie à l'extérieur de la spore.

2° Une petite masse de protoplasma occupant d'ordinaire la plus grande partie de la cavité de l'enveloppe : sa forme varie avec la configuration de celle-ci.

Dans ce protoplasma on observe :

A. Deux noyaux dont la présence est constante chez toutes les Myxosporidies.

B. Chez les Myxobolidées, une vacuole à contenu colorable en rouge brun par l'iode.

C. Chez les Glugéidées, une vacuole occupant la grosse extrémité de la spore et dont le contenu est réfractaire à l'action de tous les colorants.

Enfin, la cavité de la spore contient souvent de petits globules réfringents de nature graisseuse.

DÉVELOPPEMENT DES SPORES.

J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur cette particularité des Myxosporidies qui consiste en ce que chez elles la formation des corps reproducteurs ne marque point la fin du cycle évolutif et s'accomplit au sein de l'endoplasma sans que l'organisme cesse de se mouvoir et de s'accroître.

Ce fait, que BÜTSCHLI a le premier mis en lumière et sur lequel il a justement attiré l'attention, constitue, en effet, un des caractères distinctifs les plus importants de ces Protozoaires.

Le nombre des spores que produit chaque individu peut être extrêmement considérable et, jusqu'à ces derniers temps, on regardait aussi ce grand nombre de spores comme un caractère constant de nos parasites.

J'ai fait connaître un certain nombre d'espèces dans lesquelles ce nombre est constamment réduit à deux (*Leptotheca*, *Ceratomyxa*), et j'ai pu, en même temps, remarquer que, par l'ensemble de leurs caractères, ces formes dispersées se montrent bien supérieures aux autres espèces, le grand nombre des spores coïncidant, au contraire, avec une dégradation organique plus ou moins accentuée qui atteint, comme on l'a vu, son plus haut degré chez certaines Myxosporidies des tissus.

Je reviendrai sur les conclusions qu'il convient de tirer de ces faits, que je ne fais que rappeler ici, pour donner une idée de la façon dont il faut envisager chez ces organismes les phénomènes de sporulation considérés d'une façon générale.

Ces phénomènes ont été peu étudiés. On a vu que MÜLLER croyait à une multiplication des Psorospermies par génération endogène et voyait dans les capsules polaires les jeunes stades de cette multiplication.

LEYDIG arriva à une notion plus exacte : il avait observé que chez le *Chloromyxa Leydigi* les spores se forment au sein du protoplasma : on voit d'abord se différencier une vésicule claire à contours pâles, contenant quelques granulations ; puis il avait vu naître à l'intérieur de la première une nouvelle vésicule, qui, d'abord sphérique, ne

tardait pas à changer de forme, devenant pointue à l'une de ses extrémités tandis que l'autre demeurait arrondie, en même temps qu'apparaissaient les quatre corpuscules brillants, groupés au niveau de la petite extrémité.

LIEBERKÜHN, dans des kystes des branchies du Brochet (probablement *Henneguya psorospermica*), découvrit de petites masses protoplasmiques sphériques renfermant deux noyaux et plus tard deux Psorospermies. Chez le *Myxidium Lieberkühni*, il rencontra des productions analogues et remarqua que ces petites sphères, avant de présenter deux Psorospermies complètes, renfermaient déjà quatre capsules.

Plus récemment, MM. BALBIANI (5) et BÜTSCHLI (4) ont publié sur ce sujet des observations absolument concordantes et qui permettent de se faire une idée de la marche générale de l'évolution des spores. Mes recherches m'ont conduit à des résultats identiques à ceux obtenus par ces habiles observateurs et, grâce à l'emploi des méthodes techniques actuelles, j'ai pu suivre les phénomènes d'une façon plus précise et élucider quelques faits nouveaux encore obscurs, surtout en ce qui concerne l'origine et le mode de développement des capsules polaires.

On a vu que les noyaux des Myxosporidies sont localisés dans l'endoplasma où ils existent souvent en très grand nombre.

Le premier stade de la formation des spores consiste dans la différenciation, autour de l'un de ces noyaux, d'une petite sphère de protoplasma à contour net, qui semble limitée par une mince enveloppe résultant de la condensation de sa couche périphérique (Pl. IX, fig. 101).

Ces éléments, que l'on peut désigner sous le nom de *sphères primitives*, s'observent assez facilement soit sur des préparations obtenues par dissociation, soit sur des coupes; dans ces dernières, on voit souvent entre la sphère et le protoplasma ambiant, un espace vide plus ou moins régulier qui ne préexiste pas dans l'organisme vivant et n'est que le résultat de la rétraction produite par les réactifs (Pl. IX, fig. 105).

Le noyau de la sphère primitive présente d'abord les caractères d'un noyau au repos et possède généralement un gros granule chromatique central, figurant un nucléole (fig. 101). Bientôt on

voit celui-ci disparaître et la chromatine se dispose en filaments dans l'intérieur du noyau (fig. 102), dont la membrane ne tarde pas à se rompre : il est alors à la phase dite de peloton chromatique (fig. 103). Les éléments qui constituent ce peloton s'orientent, les filaments achromatiques apparaissent et on arrive au stade de fuseau (fig. 104). La division karyokinétique se poursuit et bientôt la sphère primitive présente deux noyaux (fig. 105) ; ceux-ci continuant à se diviser, elle en possède bientôt une dizaine (fig. 106-108). D'après la description de BÜTSCHLI, leur nombre ne dépasserait pas six ; il peut se faire, en effet, que dans certains cas les phases du développement qui succèdent à cette sphère multinucléée apparaissent au moment où elle ne possède encore que six noyaux. Toutefois, d'après ce que j'ai observé, je crois que c'est là une exception et qu'on peut considérer comme normale l'existence à ce moment d'une dizaine de noyaux dans la sphère primitive.

Celle-ci se segmente alors en deux petites masses secondaires que l'on peut désigner avec BÜTSCHLI, qui les a observées le premier, sous le nom de *sporoblastes*. Ces éléments restent enfermés dans l'enveloppe de la sphère primitive. Chacun d'eux possède un certain nombre de noyaux : BÜTSCHLI en a signalé trois et j'ai pu confirmer cette observation (fig. 109, *a*, *b*).

Quand la sphère primitive en renferme plus de six, ceux qui n'entrent pas dans la composition des sporoblastes restent inemployés et on les retrouve dans l'enveloppe à côté de ces dernières et environnés d'une petite masse de protoplasma (fig. 109, *n*). Cette espèce de reliquat de segmentation ne semble jouer aucun rôle et ne tarde pas à entrer en dégénérescence.

Voyons maintenant ce que deviennent les sporoblastes. Chacun d'eux renferme, comme on l'a vu, trois noyaux ; il ne tarde pas à se diviser en trois parties contenant chacune un noyau et représentant de véritables cellules. Leurs dimensions ne sont pas égales ; il y en a deux plus petites qui donneront les capsules polaires : la troisième, plus grosse, constituera la masse protoplasmique de la spore (BALBIANI). Celle-ci, comme on l'a vu, renferme deux noyaux au moment de la maturité et les noyaux apparaissent de très bonne heure pendant le développement du sporoblaste. Quand ce dernier ne renferme primitivement que trois noyaux, ils dérivent évidemment de la division de l'un d'eux ; mais on observe souvent leur existence à un stade

si peu avancé de l'évolution du sporoblaste, qu'il me semble fort possible que celui-ci renferme souvent quatre noyaux dès le moment de sa formation : il y a là un point que je n'ai pu élucider d'une façon complète.

Quoi qu'il en soit, au moment de la segmentation du sporoblaste, j'ai toujours trouvé deux noyaux dans la cellule qui est destinée à donner le protoplasma de la spore.

Les deux autres cellules, que l'on peut appeler *cellules capsulogènes*, renferment chacune un noyau. Elles vont devenir le siège de phénomènes compliqués que j'ai déjà signalés dans une Note préliminaire (3).

Dans chacune d'elles, on voit bientôt se produire, ordinairement dans le voisinage du noyau, une petite vacuole de forme sphérique qui apparaît comme un espace clair et se distingue du protoplasma par l'absence de granulations.

On voit cette phase du développement dans la figure 110 qui représente un sporoblaste isolé (*Myrobolus Pfeifferi*) après traitement par l'acide osmique et sans coloration, aussi les noyaux ne sont-ils pas visibles (*cp*, cellules capsulogènes, *g*, protoplasma de la spore).

Sur un point quelconque de la paroi, il se forme une sorte de petit bourgeon protoplasmique qui fait saillie dans la vacuole en refoulant la substance claire qui la remplit. Ce bourgeon, d'abord hémisphérique, s'allonge peu à peu, et au bout de quelque temps, on a ainsi un petit corps piriforme entouré d'une couche claire, formée par le contenu de la vacuole et relié par une sorte de pédicule au reste du protoplasma dont il conserve absolument l'apparence (fig. 111, *cp*).

Le pédicule s'étrangle progressivement et bientôt le petit corps piriforme devient libre. Pendant ce temps, il a pris les caractères d'une capsule polaire et s'est entouré d'une membrane, pendant qu'un filament se formait dans son intérieur. En raison de la petite taille de ces éléments, je n'ai pu voir si l'enveloppe se forme aux dépens du protoplasma ou de la substance qui remplit la vacuole et se trouve refoulée à la périphérie du bourgeon pendant le développement de celui-ci. Quant au filament, il dérive évidemment du protoplasma du bourgeon, mais je n'ai pu suivre le mécanisme de sa formation.

Comme on le voit, l'évolution des capsules polaires offre une identité complète avec les phénomènes observés par M. BEDOT

dans le développement des cnidoblastes des Velelles et des Physalies. J'aurai d'ailleurs l'occasion de revenir sur cette analogie.

Autour de la capsule polaire ainsi constituée, on trouve les restes de la cellule qui lui a donné naissance et le noyau que celle-ci renfermait, tout comme on voit le nématocyste entouré de la partie du cnidoblaste non employée à sa formation.

Seulement, ici, ce reliquat de la cellule capsulogène ne persiste pas toujours : dans certaines espèces, on le retrouve dans toutes les spores avec son noyau accolé à la partie postérieure de la capsule (fig. 112). Dans beaucoup d'autres, sa présence est inconstante et il semble disparaître d'assez bonne heure. Parfois, enfin, on n'en trouve plus trace dès que l'évolution des capsules est achevée.

Avant de terminer ce qui a trait aux cellules capsulogènes, je dois mentionner que l'on constate parfois dans leur protoplasma l'existence d'un globule réfringent que j'ai observé en particulier chez la *Sphaerospora elegans* et le *Myxosoma Dujardini*. Les dimensions sont à peu près égales au diamètre transversal de la capsule polaire de ces espèces au voisinage de sa grosse extrémité.

Cet aspect me semble dû, en effet, à une orientation particulière des cellules, d'où il résulte que la capsule qu'elles contiennent et dont l'évolution est déjà assez avancée pour qu'elle présente sa réfringence caractéristique, est visible par sa grosse extrémité qui se trouve tournée vers l'observateur.

Je crois que c'est un fait du même ordre qui a été signalé par KOROTNEFF, chez le *Myxosporidium (Glugea) bryozoïdes*. Le globule en question peut, en effet, se montrer très rapproché du noyau, au point qu'il devient souvent difficile d'apprécier nettement sa situation par rapport à ce dernier : dans l'espèce étudiée par le professeur de Kiew, cette difficulté devait se trouver particulièrement accentuée en raison de la petitesse des éléments ; aussi, je suis très porté à croire que le globule réfringent qu'il a décrit dans certains noyaux, avait la même origine que ceux dont je viens de parler et qu'il se trouvait à côté du noyau et non dans son intérieur.

Pendant le cours de leur développement, les capsules n'ont pas de direction fixe, le petit bourgeon qui constitue leur première ébauche, peut, en effet, apparaître en n'importe quel point de la paroi de la vacuole, de telle sorte que la capsule peut se trouver dans une situation diamétralement opposée à celle qu'elle devra occuper dans la

spore (fig. 111, cellule de gauche). Ce n'est que plus tard, au moment où celle-ci prend sa forme définitive, qu'on voit ces éléments s'orienter de manière à prendre leur place définitive et se fixer à l'enveloppe. Jusqu'à ce moment, la spore demeure arrondie ou oblongue, mais elle ne tarde pas à revêtir sa configuration typique, en s'entourant de son enveloppe bivalve dont l'origine m'a malheureusement échappé.

Une fois complètement développées, les spores restent encore pendant quelque temps réunies dans la membrane de la sphère primitive ; puis, celle-ci finit par disparaître et on trouve les spores libres dans le protoplasma (Myxosporidies libres) ou au centre du kyste (Myxosporidies des tissus).

Il y a des spores, dont l'enveloppe présente, comme on l'a vu, de longs prolongements et dont les dimensions excèdent de beaucoup le diamètre de la sphère primitive ; dans ce cas, tout le temps que persiste l'enveloppe de celle-ci, ces appendices se trouvent repliés, de telle sorte que la spore présente une forme ovoïde. Ainsi, par exemple, dans les spores des *Ceratomyxa*, les extrémités des valves se rencontrent et viennent s'appliquer contre l'enveloppe dans la région opposée aux capsules polaires. Elles offrent alors un contour ellipsoïdal qui les fait ressembler à des spores de *Leptotheca*.

Dans celles des *Henneguya*, la queue est repliée latéralement et il faut une grande attention pour la découvrir. C'est, sans doute, ce fait qui avait fait admettre par certains auteurs (GURLEY) l'existence dans le même kyste de *Psorospermies à queue* et *sans queue*.

Les observations que je viens de rapporter ont porté surtout sur des espèces dont les spores présentent deux capsules, et en particulier sur *Mxyobolus ellipsoïdes*, *M. Pfeifferi*, *Henneguya psorospermica*, *Sphaerospora elegans*, *Myxidium Lieberkühni*, etc. On peut les considérer comme représentant la marche typique de la sporulation chez les Myxosporidies.

Toutefois, cette description ne s'applique pas rigoureusement à toutes les espèces, et on peut constater, dans la série des phénomènes, des variations assez importantes que je dois maintenant signaler.

Dans l'exposé qui précède, nous avons vu que la sphère primitive donne finalement naissance à deux spores. Ce fait semble très

fréquent chez nos organismes, et je l'ai observé dans les genres *Leptotheca*, *Ceratomyxa*, *Myxidium*, *Henneguya*, *Sphaerospora*, *Myxobolus*, etc.

Il y a cependant des exceptions; ainsi, dans le genre *Myxobolus*, on trouve fréquemment des spores réunies trois par trois dans l'enveloppe d'une sphère primitive: cela s'observe en particulier chez le *Myxobolus Müllerii*. Toutefois, même dans cette espèce, ce n'est qu'une disposition exceptionnelle et on peut regarder la formation de deux spores dans chaque sphère comme un caractère général des genres que je viens de citer.

Dans d'autres cas, au contraire, nous voyons la sphère primitive ne produire normalement qu'une seule spore; c'est ce qui a lieu par exemple chez le *Chloromyxum Leydigi*, où LEYDIG avait déjà observé la formation d'une seule Psorospermie dans chacune des vésicules claires qui apparaissent dans le protoplasma. Je n'ai pu suivre ici, d'une façon complète, la formation du sporoblaste ni me rendre compte du nombre des noyaux.

J'ai seulement constaté que les capsules polaires se forment suivant le procédé décrit plus haut et, qu'au moment de la maturité de la spore, il persiste presque toujours à côté d'elle dans l'enveloppe de la sphère primitive, une masse de rebut assez considérable qui, vue en coupe optique, affecte la forme d'un croissant; elle renferme des globules jaunes analogues à ceux de l'endoplasma et dans la concavité duquel se trouve logée la spore.

Chez les Glugéidées, les spores se forment en très grand nombre dans chaque sphère primitive. Tantôt leur nombre est constant (8): *Thelohania*. Tantôt beaucoup plus considérable et variable: *Pleistophora*, *Glugea*.

La petite taille des spores rend ici l'étude de leur développement particulièrement difficile. J'exposerai successivement les résultats de mes recherches chez les *Glugea*, puis chez les *Thelohania*.

C'est chez la *Glugea microspora* que j'ai pu faire les observations les plus complètes. Le début des phénomènes est ici analogue à ce que nous avons vu déjà. Les noyaux sont très nombreux dans l'endoplasma et, à un moment donné, on voit l'un d'eux s'entourer d'une petite masse de protoplasma remarquable par son aspect hyalin et homogène et limitée par une fine membrane (Pl. IX, fig. 139). Puis, ce noyau se divise et la petite masse en contient deux

(fig. 140, *a*) : elle se segmente alors elle-même. Les deux petits corps ainsi formés restent réunis dans l'enveloppe primitive et se divisent à leur tour (fig. 140, *b*) ; les phénomènes se continuant (fig. 40, *c*, etc.), on finit par avoir dans l'enveloppe un nombre considérable de petits corps sphériques pourvus chacun d'un noyau et représentant autant de sporoblastes (fig. 139 140 *d*, 140 *e*). On comprendra qu'en raison de la petitesse de ces éléments, je n'ai pu suivre les phénomènes de division nucléaire ; j'ai vu seulement des aspects analogues à celui de la figure 140 *c* (*i*) et qui me semblent devoir leur être rapportés.

Plus tard, au lieu des petites sphères protoplasmiques, on trouve dans l'enveloppe un amas de spores (fig. 139, *sb*), mais je n'ai pu étudier les phases intermédiaires.

Ces spores sont plongées dans une substance visqueuse qui ne les empêche pas de présenter un mouvement brownien très net quand on examine des préparations fraîches. Le tout est entouré de la membrane de la sphère primitive. Celle-ci finit par se rompre et, au centre du kyste, on trouve les spores libres, comme dans les autres espèces.

Chez la *Glugea destruens*, j'ai rencontré différents stades de la formation des spores qui montrent qu'elle a lieu comme dans l'espèce précédente (Pl. III, fig. 123).

On voit que la marche de la sporulation chez ces organismes présente de grands rapports avec ce que nous avons observé plus haut. La particularité la plus caractéristique des *Glugea*, semble consister dans ce fait que la sphère primitive n'attend pas, pour se diviser, de posséder un nombre plus ou moins considérable de noyaux, de telle sorte que les sporoblastes dérivent de divisions successives.

Il faut remarquer, en outre, que dans ces sporoblastes je n'ai vu ici qu'un noyau : or, d'après ce que nous savons, plusieurs de ces éléments sont nécessaires pour le développement de la spore : dans le cas présent il en faudrait au moins deux, l'un pour la capsule, l'autre pour le protoplasma de la spore. Malheureusement, je n'ai pu parvenir à me rendre un compte exact de la manière dont s'achève l'évolution de la spore. Néanmoins, il me semble infiniment probable, et même certain, que les choses se passent ici comme dans les autres espèces, et que cette lacune dans mes observations tient uniquement à la petitesse extrême des éléments dont il faut suivre les transformations.

Pour ce qui est du développement des spores chez les *Thelohania*, je ne puis que rappeler ici les observations que nous avons faites sur ce sujet avec M. HENNEGUY et que nous avons signalées dans notre mémoire sur ces organismes.

C'est chez la *Th. Giardi* que nous avons pu étudier la sporulation. On a vu que dans la phase la plus jeune, que nous ayons pu rencontrer, le parasite était représenté par une petite sphère formée d'un protoplasma transparent, à peine granuleux, et assez réfringent. Ce plasma était entouré d'une membrane et renfermait un noyau souvent visible à l'état frais, mais devenant beaucoup plus net après l'action des réactifs. Il présente d'abord la structure typique d'un noyau au repos.

A un stade ultérieur, on voit la chromatine se disposer en filaments, puis la membrane disparaît et le noyau revêt la disposition connue sous le nom de peloton chromatique. La karyokinèse suit son cours normal : mais nous n'avons pu observer nettement les filaments achromatiques, ce qui tient sans doute d'une part à la petite taille des éléments et, d'autre part aussi, à la nature et aux propriétés optiques particulières du protoplasma.

La division du protoplasma suit de près celle du noyau et, dans l'enveloppe de la sphère primitive, on observe alors deux petites masses nucléées distinctes. Chacune de celles-ci devenant le siège des mêmes phénomènes de division, on arrive à un stade IV auquel une nouvelle bipartition fait bientôt succéder un stade VIII.

La manière dont sont disposées ces huit cellules à l'intérieur de l'enveloppe, n'a rien de régulier : leur forme même n'est pas constante et varie avec leur arrangement. En général, elle se rapproche d'un tronc de pyramide.

Chacune d'elles va donner naissance à une spore, et à une phase ultérieure, nous trouvons dans l'enveloppe huit de ces éléments (Pl. IX x fig. 124).

L'enveloppe a conservé ses dimensions primitives (14μ environ) ; elle est tout à fait transparente, très mince, bien qu'on lui reconnaisse facilement un double contour. Quand on la regarde de manière à la voir en coupe optique, on constate qu'elle présente en certains endroits des épaisissements bien marqués, au nombre de deux le plus souvent, (fig. 124 a)

À l'intérieur, se trouvent huit spores qui n'affectent pas de disposition régulière et qui, d'ailleurs, sont loin d'occuper toute la cavité.

La formation de ces spores aux dépens des petites masses plasmiques, est malheureusement impossible à suivre en détail, à cause des dimensions trop exigües de ces éléments. Cependant, j'ai pu constater souvent, au cours du développement, l'existence, dans le protoplasma, de formations particulières rappelant tout à fait l'apparence du petit bourgeon capsulogène des autres formes. Toutefois, il s'agit ici d'éléments si petits qu'il est difficile de se prononcer.

Quoi qu'il en soit, la vésicule renfermant huit spores représente le dernier stade du parasite au sein des tissus de son hôte.

C'est seulement sous cette forme que nous avons pu observer la *Th. octospora* et la *Th. Contejeani*.

Quant au *Pleistophora*, il se présente, comme on l'a vu, à l'état de maturité avec des caractères rappelant tout à fait ceux des *Thelohania*. Seulement, ici, les dimensions de l'enveloppe sont plus considérables (30 μ) et le nombre des spores est beaucoup plus grand et sujet à de grandes variations; je n'ai pu suivre en détail les phénomènes de leur développement, mais j'ai observé quelques phases jeunes qui semblent bien prouver qu'il se fait comme chez les *Glugea* et les *Thelohania* (Pl. ix, fig. 137).

*
* * *

ANOMALIES DES SPORES.

On rencontre souvent chez les Myxosporidies, des spores de forme et de constitution irrégulières. Ces malformations reconnaissent pour origine des anomalies survenues dans le cours du développement. Elles sont de beaucoup plus fréquentes dans les Myxosporidies des tissus et en particulier dans le genre *Myxobolus*. Le *M. ellipsoides* et le *M. Pfeifferi* sont les espèces où elles se montrent le plus nombreuses et le plus accentuées.

Ces anomalies peuvent porter simultanément sur l'enveloppe et son contenu ou, au contraire, affecter seulement l'enveloppe, le protoplasma ou les capsules polaires.

1^o ANOMALIES DE L'ENVELOPPE.

Elles consistent le plus souvent en des altérations de forme plus ou moins marquées auxquelles vient s'ajouter la présence d'appendices irréguliers, souvent très développés.

Dans un grand nombre de Myxosporidies, dont les spores sont normalement dépourvues de prolongement caudal, on en trouve de temps en temps quelques-unes dont l'enveloppe présente un appendice tout à fait analogue à celui des *Henneguya* : en même temps, leur forme générale se modifie et se rapproche de celle des spores de ces dernières. Ces faits sont fréquents chez les *Myxobolus* (Pl. VIII, fig. 78, *b*) et chez le *Myxosoma Dujardini* (Pl. IX, fig. 91).

Ces prolongements de l'enveloppe peuvent atteindre un développement beaucoup plus considérable et prendre naissance, non seulement au niveau de l'extrémité postérieure, mais aussi à l'extrémité opposée ou sur les parties latérales. Ils se présentent alors sous forme de filaments souvent très allongés et irrégulièrement disposés qui donnent à la spore un aspect tout particulier : *M. ellipsoïdes* (Pl. IX, fig. 114). Quand ils sont en grand nombre et qu'ils présentent de grandes dimensions, leur présence coïncide souvent avec des anomalies plus ou moins marquées du contenu.

Pendant le développement de l'enveloppe, ces appendices sont repliés et enroulés autour de celle-ci de la même façon que la queue des spores d'*Henneguya*. C'est seulement après la rupture de la membrane de la sphère primitive qu'ils se déroulent et que leurs extrémités s'écartent de la spore.

Ces singulières productions ont été signalées, pour la première fois, par M. le professeur BALBIANI, qui les a étudiées avec beaucoup de soin, chez le *M. ellipsoïdes* : leur très grande fréquence dans les spores de cette espèce l'avait amené à les considérer comme faisant partie de la constitution normale des spores et à leur attribuer un rôle dans la dissémination de ces éléments. D'après mes observations, je crois devoir émettre sur ce point une opinion différente de celle de mon savant maître, et je crois qu'il s'agit en réalité de productions accidentelles qui doivent être considérées comme des malformations.

N'ayant pu suivre la formation de l'enveloppe elle-même, je ne puis davantage indiquer la cause qui donne naissance à ces appendices anormaux.

2^e ANOMALIES DES CAPSULES.

A. Anomalies de situation.

On trouve quelquefois des spores qui ne diffèrent du type normal que par la position de leurs capsules dont le nombre n'est d'ailleurs pas modifié. Ainsi, j'ai observé des spores d'*Henneguya psorospermica* dans lesquelles ces éléments étaient situés à l'extrémité où se trouve la queue; des spores de *Myxidium Lieberkühni*, dont les capsules au lieu d'être placées aux deux extrémités, se trouvaient réunies à l'une d'entre elles,

B. Anomalies de nombre.

Il arrive très fréquemment que des spores renferment un nombre de capsules supérieur à celui que l'on observe d'ordinaire dans l'espèce à laquelle elles appartiennent.

C'est ainsi que dans le *Chloromyxum Leydigi*, on observe quelquefois des spores à cinq capsules. Chez les *Myxobolus*, ce genre d'anomalie est extrêmement fréquent, et chez les *M. ellipsoïdes*, *M. Pfeifferi*, *M. oviformis*, etc., on trouve souvent trois ou quatre capsules, réunies à l'une des extrémités.

Leur nombre est quelquefois bien plus considérable. Dans la fig. 115 (Pl. ix) par exemple, on voit une spore de *Myx. ellipsoïdes* dont l'enveloppe était à peu près normale et qui renfermait six capsules; de plus, le protoplasma de cette spore semblait dépourvu de vacuole. Dans certaines spores tout à fait monstrueuses de la même espèce, j'ai pu compter jusqu'à 10 ou 12 capsules.

Quel que fût le nombre de ces éléments, j'ai toujours trouvé, accolée à leur grosse extrémité, la petite masse plasmique pourvue d'un noyau qui représente le reste de la cellule capsulogène. Celles-ci existaient évidemment en nombre anormal dans le sporoblaste : mais d'où provenait cette particularité ? Au moment où se forment les sporoblastes, ceux-ci se sont-ils trouvés munis d'un nombre de noyaux plus considérable que d'ordinaire, ou bien le nombre des noyaux du sporoblaste primitivement normal s'est-il accru plus tard par suite de divisions tardives ? Ce sont là des questions que je n'ai pu résoudre.

Dans les cas où les capsules sont très nombreuses, comme dans la fig. 115, par exemple, il semble probable qu'une seule spore s'est formée aux dépens de la sphère primitive.

Mais, je le répète, ce ne sont là que des hypothèses que je n'ai pu vérifier : un fait seulement ressort clairement de mes observations, c'est que, quel que soit le nombre des capsules polaires, chacune d'elles se forme toujours aux dépens d'une cellule capsulogène distincte.

C. Anomalies du protoplasma.

Ce sont de beaucoup les plus rares et elles coïncident à peu près toujours avec des altérations morphologiques de l'enveloppe et des capsules, comme nous l'avons vu pour la spore représentée fig. 115.

3^e ANOMALIES PORTANT A LA FOIS SUR TOUS LES ÉLÉMENTS DE LA SPORE.

Les malformations que nous venons d'étudier se rencontrent fréquemment associées dans une même spore et toutes les dispositions imaginables peuvent se trouver réalisées. Je crois inutile d'insister sur ce sujet.

Je dois seulement attirer l'attention sur certains faits dans lesquels on voit la spore pour ainsi dire atrophiée, comme celles représentées dans les fig. 35 (Pl. VII) et 78 (Pl. IX) qui appartiennent au *Myxobolus Pfeifferi*, dont la spore normale est vue au même grossissement dans la fig. 77. Les productions du genre de celle de la figure 35 sont intéressantes, par ce fait qu'elles renferment souvent une petite masse protoplasmique régulièrement constituée et où l'on constate même la présence de la vacuole caractéristique des spores de *Myxobolus* (fig. 35, v).

D'autre part, j'ai parfois trouvé des rudiments de spore d'aspect analogue, à peu près sphériques, munis ou non de prolongements de l'enveloppe et renfermant une capsule, mais dans lesquels on ne trouvait pas trace de protoplasma germinatif.

Enfin, à propos de ces anomalies portant sur l'ensemble des spores, il faut citer les cas de coalescence.

Parmi les faits que nous venons de passer en revue, un certain nombre ont sans doute ce mécanisme pour origine, mais il est plus difficile à mettre en évidence que dans les cas dont je vais maintenant m'occuper.

Chez les *Ceratomyxa*, on observe quelquefois des spores qui, au lieu de deux valves, en présentent trois, avec autant de capsules polaires. Cette anomalie est surtout fréquente chez la *C. sphaerulosa* et la *C. truncata* (Pl. VIII, fig. 52).

Dans ce genre, comme on l'a vu, il ne se forme que deux spores dans chaque individu : presque toujours quand cette anomalie existe, elle frappe à la fois ces deux éléments ; elle tient évidemment à une constitution spéciale de la sphère primitive ou des sporoblastes. Malheureusement, je n'ai pu constater l'origine ni la nature de cette particularité.

Dans différentes espèces de Glugéidées, on rencontre assez fréquemment des spores de dimensions plus considérables que les autres, surtout en longueur, et présentant un étranglement vers la partie médiane.

Ces productions sont connues depuis longtemps chez la *Glugea bombycis*, où M. PASTEUR les avait considérées comme des *corpuscules* en voie de division. M. BALBIANI qui les a étudiées avec soin, les regarde au contraire comme résultant de la coalescence de deux spores.

Je les ai retrouvées non seulement chez cette espèce, mais aussi chez la *Glugea microspora*, le *Pleistopora*, les *Thelohania*, etc. et je partage absolument à leur sujet l'opinion de M. le professeur BALBIANI.

Chez la *Thelohania Giardi*, nous avons d'ailleurs avec M. HENNEGUY fait une observation qui ne peut laisser aucun doute relativement au bien fondé de cette manière de voir. Les figures 124 et 125 (Pl. ix), représentent deux vésicules à spores de ce parasite. La première offre une constitution normale et renferme huit spores. Dans la seconde, au contraire, on trouve seulement quatre spores accompagnées de deux corpuscules plus volumineux (*i*) étranglés vers leur partie médiane et présentant des extrémités atténuées, semblables à la petite extrémité des spores normales. L'aspect de ces corps, leurs dimensions, font penser à deux spores soudées par leur portion élargie : on ne peut plus douter que telle est bien leur origine si l'on considère qu'en supposant ces spores séparées on retrouve dans la vésicule le nombre typique de ces éléments. Il s'agit donc bien de deux spores qui, par suite d'un accident survenu pendant le cours de leur développement et par un processus que nous n'avons pu suivre, ont contracté une adhérence intime au niveau de leur grosse extrémité, le point où s'est produite cette soudure restant marqué par un étranglement. Le nombre limité des spores dans chaque vésicule rend ici la constatation de ce fait bien plus facile que dans les *Glugea* proprement dites où, comme nous l'avons vu, l'enveloppe de la sphère primitive renferme des spores en nombre bien plus considérable et non constant.

V

ÉVOLUTION DE L'INDIVIDU.

Il nous reste maintenant à étudier le cycle évolutif de la Myxosporidie depuis la germination de la spore jusqu'au moment où, parvenue à son complet développement, elle présente la constitution que nous avons établie et donne naissance à de nouvelles spores.

Une fois arrivées à maturité, les spores gagnent le milieu extérieur par différents procédés que nous examinerons plus tard. Elles peuvent alors conserver leur vitalité pendant un temps plus ou moins long jusqu'à ce qu'elles rencontrent les conditions nécessaires à leur développement. Occupons-nous d'abord de celles-ci.

*
* *

I. GERMINATION DES SPORES. — SES CONDITIONS. —
MÉCANISME DE L'INFECTION.

LIEBERKÜHN a été, comme on l'a vu, le premier à signaler l'ouverture de l'enveloppe de la spore et la sortie du protoplasma qu'elle contient. Il avait fait cette observation sur des spores provenant des kystes branchiaux de la Brème, et il avait constaté que le petit corps protoplasmique devenu libre présentait des mouvements amiboïdes.

Plus tard, M. BALBIANI observa, dans les nageoires de la Tanche, de petites amibes analogues qu'il vit donner naissance à des spores : mais il n'assista pas à leur sortie de l'enveloppe.

BÜTSCHLI rapportant (Bronn, p. 600) l'observation de LIEBERKÜHN, avoue qu'il ne peut « se défendre de quelque doute relativement à un développement si simple des spores ». Celles qu'il conservait

depuis longtemps dans l'eau ne présentaient aucun changement notable et, en particulier, pas de sortie du contenu sous forme d'amibe.

On verra plus loin que mes observations justifient complètement cette réserve du savant allemand.

Enfin, à propos de la *Glugea bombycis*, on sait depuis longtemps que l'infection se produit souvent par hérédité, les œufs, au moment de la ponte renfermant des spores souvent fort nombreuses, de telle sorte que le jeune ver se trouve contaminé dès sa naissance.

Pour cette même espèce, M. BALBIANI (2 et 3) et M. PASTEUR en 1870 ont montré que la transmission de la Pébrine aux vers adultes se fait à peu près exclusivement par ingestion des spores.

Au début de mes recherches, n'ayant pas encore reconnu la véritable nature de ce parasite, je ne pouvais étendre cette notion aux Myxosporidies ni déduire de ce fait le mode de propagation de ces organismes ; aussi, j'ai cherché à résoudre le problème par des expériences réalisant autant que possible les différentes conditions où peuvent se trouver les spores.

Je ne rapporterai pas ici toutes ces expériences : j'en citerai seulement quelques-unes des plus typiques, qui suffiront pour établir la nature des résultats obtenus.

En dehors des cas d'infection héréditaire, que nous étudierons en dernier lieu, on peut imaginer que la germination des spores soit susceptible de s'effectuer dans les conditions suivantes :

1° Sans quitter le corps de l'hôte, dans le milieu même où s'est développé l'organisme qui les a produites.

2° Dans le milieu extérieur.

3° Après pénétration dans un nouvel hôte.

1^{re} HYPOTHÈSE. — GERMINATION DANS L'INTÉRIEUR DES KYSTES.

D'après l'observation de LIEBERKÜHN rapportée plus haut, il semble que les spores soient susceptibles de germer dans l'intérieur même des kystes. En écrasant sur une lame une de ces productions provenant de la cornée d'une Tanche, il observa au milieu de spores normales « des enveloppes vides, des noyaux (probablement des capsules

polaires) ayant conservé la forme en massue qu'ils avaient dans l'intérieur des Psorospermies, et enfin de très petits corps amiboïdes, d'une substance diaphane et sans contenu granuleux ». Dans des kystes développés sur les branchies d'une Brème, il retrouva des corps analogues et les vit sortir des spores après écartement des valves.

D'après L. PFEIFFER, il serait facile d'observer la germination des spores du *Myxidium Lieberkühni* dans l'urine du Brochet après un séjour de 4 à 12 heures sur une platine chauffante (24°). Le même auteur admet la propagation par les spores dans l'infection des muscles du Barbeau.

Pour ma part, il ne m'a pas été possible de constater une seule fois la germination des spores dans ces conditions. J'ai répété maintes fois l'expérience de M. PFEIFFER sur le *Myxidium Lieberkühni*, mais je n'ai jamais réussi à provoquer l'ouverture des spores et la sortie de leur contenu plasmique par le séjour dans l'urine du Brochet, soit à la température ordinaire, soit en la maintenant à 24° à l'étuve ou sur une platine chauffante.

J'ai fait des recherches du même genre sur les Myxosporidies de la vésicule biliaire de différents Poissons : *Chloromyxum Lieberkühni*, *Ceratomyxa sphaerulosa*, *C. appendiculata*, etc. Ces espèces ne m'ont pas conduit à des résultats plus démonstratifs que les précédents.

Une goutte d'urine ou de bile, recueillie avec les précautions antiseptiques les plus minutieuses et contenant des spores, était placée sur une lamelle préalablement flambée puis renversée au-dessus de la cavité d'un porte-objet muni d'une excavation ou d'une cellule en verre et également stérilisée.

Les bords de la lamelle étaient ensuite soigneusement lutés à la paraffine pour éviter l'évaporation du liquide et l'introduction de micro-organismes.

Dans les préparations ainsi examinées soit immédiatement, soit à différents intervalles, pendant 24 ou 36 heures, après être restées à la température ordinaire ou avoir été maintenues à 24° par le séjour de l'étuve ou au moyen d'une platine chauffante, je n'ai jamais vu germer une spore.

Malgré toutes les précautions que j'ai indiquées, le liquide finit presque toujours par être envahi par des microbes : il faut remarquer d'ailleurs que la présence d'organismes de cet ordre est fréquente

dans la bile de beaucoup de Poissons. Quelle que soit leur origine, ces microbes amènent une altération plus ou moins rapide de la bile ou de l'urine ; ils finissent par envahir les spores elles-mêmes, s'introduisent dans l'enveloppe, amènent la destruction du protoplasma et finalement la séparation des deux valves ; mais ces phénomènes ne s'observent d'ordinaire qu'au bout de plusieurs jours et sont trop nettement caractérisés en tant que processus de destruction, pour qu'on puisse avoir un instant l'idée que la déhiscence de l'enveloppe, que l'on constate dans un certain nombre de spores, correspond à l'ouverture physiologique de ces éléments. D'ailleurs, dans le liquide, je n'ai jamais rencontré d'organisme amiboïde pouvant être regardé comme provenant du contenu de la spore devenu libre et mobile.

Dans ces expériences cependant, on observe du côté des spores, quelques faits dignes d'être notés. Généralement, à partir de 36-48 heures, on remarque dans la préparation une assez grande quantité de spores avec un filament ou deux filaments sortis ; on constate également dans un certain nombre une modification dans l'aspect du protoplasma qui a changé de forme, et semble s'être rétracté vers la partie centrale de la cavité, où il apparaît comme une petite masse irrégulièrement globuleuse. Nous verrons, d'ailleurs, que l'on constate ces faits dans les spores conservées dans l'eau pure.

Pour les Myxosporidies des tissus, je n'ai pas été plus heureux : malgré le très grand nombre d'espèces que j'ai étudiées, je n'ai jamais pu, comme LIEBERKÜHN, assister à la germination des spores dans le produit de dilacération d'un kyste.

J'ai fait des préparations du même genre que les précédentes, maintenant les spores dans le liquide quelquefois suffisamment abondant que l'on obtient en ponctionnant le kyste ; dans d'autres cas, j'ai placé les spores en goutte suspendue dans de l'humour aqueux de l'animal qui portait le kyste, dans du sérum sanguin, etc. Dans ces spores, comme dans celles conservées dans la bile ou l'urine, on constatait assez souvent la sortie des filaments, parfois la rétraction du plasma, mais c'étaient les seules modifications que l'on pût observer et encore étaient-elles loin d'être constantes. Quant à la germination, je ne l'ai jamais vue se produire (*Glugea microspora*, *Myx. ellipsoïdes*, *Myx. Mülleri*, *M. Pfeifferi*, etc.).

Les résultats négatifs de mes observations, malgré le nombre de celles-ci et la quantité considérable d'espèces sur lesquelles elles ont

porté, ne peuvent évidemment pas infirmer les faits positifs signalés par LIEBERKÜHN et L. PFEIFFER ; je crois, cependant, pouvoir légitimement en conclure que la germination des spores des Myxosporidies, dans les conditions où elle a été décrite par ces auteurs, est un phénomène excessivement rare qui ne peut être considéré comme représentant l'évolution normale de ces éléments.

2^{ème} HYPOTHÈSE. — GERMINATION DANS LE MILIEU EXTÉRIEUR.

Les spores, en arrivant dans le milieu extérieur, se trouvent dans des conditions bien différentes suivant le genre de vie de l'animal aux dépens duquel vivait l'organisme qui les a produites.

La plupart des Myxosporidies étant parasites chez des animaux aquatiques, leurs spores se trouvent à un moment donné mises en liberté dans l'eau. Occupons-nous d'abord de ce premier cas.

Les spores parvenues dans ce nouveau milieu par différents procédés que nous étudierons plus loin, ne tardent pas à tomber au fond, en raison de leur poids spécifique, bien supérieur à celui de l'eau.

Voyons maintenant ce qu'elles y deviennent : leur évolution subit-elle un temps d'arrêt ou, au contraire, est-ce dans l'eau qu'elles donnent issue au protoplasma qui représente en elles le germe d'un nouvel être ?

Les expériences que j'ai faites sur ce sujet ne font guère que confirmer les faits signalés déjà par BÜTSCHLI, sans me permettre d'y ajouter aucun détail important.

Sur les spores conservées dans l'eau, voici ce que j'ai observé.

Les spores de la *Glugea microspora* n'ont jamais présenté de changement appréciable, quelle que fût la durée de l'expérience, que j'ai prolongée parfois pendant plusieurs mois : du 30 novembre au 5 février 1887 ; du 19 juin au 20 août 1888, etc.

De même, des spores de *Glugea* maintenues dans l'eau de mer du 26 au 31 août 1892, montraient absolument le même aspect qu'à l'état frais.

Sur des spores d'*Henneguya psorospermica*, provenant des branchies d'une Perche et placées dans l'eau pendant 42 jours (du 10 mars au 22 avril 1889), j'ai constaté certaines modifications. Quel-

ques-unes avaient leurs filaments sortis, parfois un seul ; dans un grand nombre, le protoplasma rétracté avait abandonné le contact des parois de la cavité et présentait des contours irréguliers. Il n'y avait pas de coques vides et je n'ai rien vu qui pût faire soupçonner que des spores se fussent ouvertes pour donner issue à leur contenu protoplasmique.

Des fragments de muscles de Barbeau infestés et contenant en très grande quantité des spores du *Myxobolus Pfeifferi*, abandonnés dans l'eau courante du 16 au 31 juillet 1892, m'ont donné les résultats suivants. A cette dernière date, les morceaux de muscles étaient en putréfaction, envahis par des Saprolégnées et des microbes. Parmi les spores, les unes, en très petit nombre, avaient leurs filaments sortis. D'autres, un peu plus nombreuses, étaient manifestement altérées, leur protoplasma semblait s'être dissout et elles ne renfermaient plus que quelques granulations et des microbes ; chez les unes, les capsules étaient restées en place ; chez d'autres, elles s'étaient séparées des valves et se trouvaient dans la cavité ; dans quelques cas, l'enveloppe s'était ouverte et on retrouvait ses deux moitiés complètement vides et séparées, ou encore adhérentes par une petite étendue de leur rebord marginal ; mais, d'après l'aspect de ces préparations, il me semble impossible d'admettre qu'il s'agissait là de cas de germination : cette déhiscence de l'enveloppe n'était, je crois, que le terme ultime de l'altération des spores produites par les agents de la putréfaction.

Enfin, dans ces mêmes muscles, on trouvait des spores, et c'était le plus grand nombre, qui semblaient n'avoir subi absolument aucun changement : la vacuole du protoplasma s'y montrait encore avec tous ses caractères et en particulier sa réaction vis-à-vis de l'iode : elle avait un peu diminué de volume mais d'une façon trop peu accentuée pour que l'on pût attacher à ce fait quelque importance.

Enfin, j'ai fait quelques essais en maintenant des spores sur du sable humide, suivant le procédé qui a si bien réussi à LEUCKART pour les œufs de beaucoup d'Helminthes, et à M. BALBIANI pour les œufs du Strongle géant et dans ses recherches sur la Coccidie du Lapin. Je crois inutile d'insister ici sur toutes ces expériences, dont les résultats n'ont pas varié : je n'en rapporterai

qu'une seule, qui me semble plus démonstrative en raison du temps plus considérable pendant lequel je l'ai poursuivie (du 30 janvier au 30 mai 1891).

30 janvier. — Spores de *Myxobolus Mülleri* provenant de kystes des branchies d'une Brème, placées sur du sable humide dans un petit cristalliseur à couvercle.

19 février. — Quelques spores, très rares, présentent un de leurs filaments sorti. Dans ces spores et quelques autres, le protoplasma tend à devenir globuleux.

Dans quelques spores, à filament sorti ou non, la vacuole semble avoir disparu, et ne se colore plus par l'iode.

Le plus grand nombre n'offrent aucun changement et paraissent absolument fraîches.

Plusieurs examens successifs donnent des résultats identiques.

8 Mars. — Très peu de spores à filaments sortis. Dans quelques-unes on voit au centre du protoplasma un espace clair répondant à la vacuole ; mais le contenu ne se colore plus par l'iode.

La plupart des spores n'ont subi aucun changement ; leur vacuole se colore parfaitement ; elle a peut-être un peu diminué de volume.

10 Mai. — Etat des spores sans changement. Le nombre de celles dont les filaments sont sortis n'a pas augmenté, elles sont toujours un cas exceptionnel ; le protoplasma semble avoir une tendance à devenir globuleux dans un grand nombre.

22 Mai. — Id.

Pour la *Glugea bombycis*, les spores en arrivant dans le milieu extérieur, se trouvent dans des conditions bien différentes et sont exposées à une dessiccation plus ou moins rapide et complète. Elles conservent presque indéfiniment leurs caractères extérieurs ; en est-il de même de leur vitalité ?

D'après M. PASTEUR, celle-ci s'éteindrait assez vite, et les *corpuscules* provenant des excréments des Vers de l'année précédente ou de la poussière du corps desséché des Papillons, seraient incapables, au bout de quelques mois, de produire l'infection. Au contraire, d'après les recherches de M. BALBIANI, les corpuscules de la pébrine, c'est à dire les spores de la *Glugea bombycis*, conservent leur vitalité pendant un an environ.

Quoi qu'il en soit, les spores de la *Glugea bombycis* restent dans le milieu extérieur sans présenter de modification appréciable, et elles attendent, pour germer, de rencontrer des conditions spéciales que nous étudierons plus loin.

Je crois pouvoir rapprocher des faits précédents les essais que j'ai faits en plaçant des spores dans différents milieux nutritifs, tels que ceux que l'on emploie pour la culture des microbes : bouillon,

milieux solides à la gélatine ou à l'agar-agar, etc. Les résultats ont toujours été négatifs : dans les cas les plus favorables je n'ai rien obtenu de plus qu'avec l'eau pure. Je n'ai pas été plus heureux en employant du bouillon de Poisson, additionné ou non de gélatine ou de gélose.

En résumé, d'après les observations et les expériences que je viens de rapporter, il me semble que l'on peut considérer comme démontré que la germination des spores de nos organismes n'a pas lieu dans le milieu extérieur.

3^e HYPOTHÈSE. — GERMINATION APRÈS PÉNÉTRATION DANS L'ORGANISME D'UN NOUVEL HÔTE.

Les spores des Myxosporidies des Poissons, devenues libres dans l'eau dont elles gagnent le fond sont évidemment exposées à être absorbées par un grand nombre d'animaux différents de leurs hôtes habituels. On pouvait donc se demander s'il n'y avait pas pour ces organismes des hôtes intermédiaires comme en trouve dans l'évolution d'un grand nombre de parasites.

J'ai fait, de ce côté, quelques recherches qui ne m'ont conduit à aucun résultat au point de vue qui nous occupe, ce qui n'a rien de surprenant, étant donnés les faits que j'exposerai dans un instant.

J'ai fait absorber des spores de Myxosporidies à plusieurs animaux aquatiques servant fréquemment de pâture aux Poissons, entre autres à des larves de *Chironomus*, à des *Naïs* (*N. proboscidea*), à des *Lumbriculus*, etc. J'ai toujours retrouvé ces spores intactes dans leur tube digestif ou dans leurs excréments (*Myxobolus Mülleri*, *M. ellipsoïdes*).

Certains Infusoires, par exemple les Paramécies, les absorbent très volontiers. Dans un vase, où je conservais dans l'eau des spores de *Myxobolus inaequalis* (Avril 1890), il s'était développé une énorme quantité de *Paramœcium putrinum* qui, presque tous, en étaient littéralement bourrés. Ces corps sont digérés par l'Infusoire, le protoplasma disparaît et on ne trouve plus que des enveloppes vides dont les valves se séparent. Je n'ai jamais constaté la sortie des filaments.

J'arrive maintenant à une série de recherches dans lesquelles j'ai cherché à voir ce que devenaient les spores introduites dans l'organisme d'animaux de même espèce que ceux chez lesquels s'étaient développés les organismes mères.

1° Inoculations directes.

J'ai essayé, dans un certain nombre de cas, d'inoculer directement, sous la peau ou dans les muscles, le contenu de kystes de *Myxosporidies* ou des spores mélangées à un peu d'eau.

Myxobolus inaequalis.— Spores inoculées à un Gardon dans la région dorsale, sous la peau et dans le tissu musculaire, le 22 juin 1891.

28 juin. — La piqûre n'est pas cicatrisée, elle s'est un peu agrandie et forme une petite ulcération dont le fond grisâtre, de consistance molle, présente des débris de tissus méconnaissables et des spores dont quelques-unes ont les filaments sortis.

22 juillet. — La plaie est complètement cicatrisée ; on remarque seulement à sa place une légère dépression recouverte par des écailles. L'animal est sacrifié ; le muscle et le tissu conjonctif pris au point inoculé ne montrent pas trace de prolifération parasitaire ; on y trouve de nombreuses spores avec tous les caractères de l'état frais.

Il semble que la sortie des filaments observés dans les spores qui se trouvaient au fond de la plaie (28 juin), était due à l'action de l'eau qui avait pénétré au point d'inoculation et amené une mortification superficielle des tissus.

C'est là un accident qui arrive assez souvent et dont il faut se défier, car dans la plaie envahie par les microbes, on peut trouver des spores ouvertes, fait qu'il ne faut pas attribuer à une déhiscence physiologique de l'enveloppe, mais bien à une destruction de ces éléments par les micro-organismes.

Je n'insiste pas sur ces recherches qui, dans aucun cas, ne m'ont donné de résultats : j'ai toujours retrouvé les spores intactes au sein des tissus, sauf, bien entendu, quand s'était produite au point d'inoculation une ulcération secondaire analogue à celles dont je viens de parler.

J'ai fait aussi des essais d'inoculation dans la chambre antérieure de l'œil de quelques Poissons, suivant le procédé employé par BAUMGARTEN dans l'étude du bacille de la tuberculose. Les spores

forment alors dans l'œil une petite tache irrégulière ou une sorte de petite nébulosité blanchâtre : j'espérais qu'il serait facile, grâce à cette circonstance de constater les modifications des éléments injectés par celles qu'offrirait l'aspect de cette tache, mais celui-ci ne se modifie pas sensiblement, et en examinant le contenu de l'œil au bout d'un certain temps ou en faisant des coupes de l'organe après fixation, j'ai toujours retrouvé les spores intactes.

Myxobolus Mülleri. — Spores provenant d'un kyste de la nageoire d'une Chevaïne, inoculées dans l'œil d'une Épinoche, le 26 novembre 1890. Examen le 6 décembre. Les spores ne présentent aucune modification appréciable soit dans les préparations fraîches, soit sur des coupes de l'organe.

M. inaequalis. — Spores d'un kyste branchial de Carpe dans l'œil d'un Gardon pendant huit jours. Résultat identique,

D'après ces faits, il semble donc que les spores des Myxosporidies ne sont pas susceptibles de se développer à la suite de leur introduction au sein des tissus de leurs hôtes habituels. Je dois avouer, d'ailleurs, que les essais de ce genre ne me paraissaient pas *à priori* avoir de grandes chances de réussite, les conditions nécessaires à ce mode de pénétration des spores ne pouvant se trouver réalisées dans la nature que d'une façon tout à fait exceptionnelle.

Cependant, dans ses recherches sur la Pébrine, M. PASTEUR a noté la possibilité de l'infection directe. En inoculant des Vers sains par piqûre au moyen d'une aiguille chargée de spores, il a obtenu dans quelques cas un résultat positif. Et il se montre disposé à admettre que l'un des modes de propagation de la maladie, consiste dans les piqûres que se font réciproquement les Vers au moyen des crochets de leurs pattes, auxquels des spores sont fréquemment adhérentes par suite de leur contact avec les excréments d'individus contaminés.

Je n'ai pas fait personnellement d'expériences sur ce sujet. Toutefois, malgré l'imposante autorité de l'illustre savant, et en présence du résultat négatif des recherches du même ordre que j'ai faites à propos des Myxosporidies des Poissons, j'avoue que je conserve quelque doute relativement à l'efficacité de ce processus d'infection. En effet, la précaution que prenait M. PASTEUR de laver à grande eau les Vers qu'il venait d'inoculer, ne me semble pas constituer une garantie absolue qu'il ne restait pas accidentellement sur la peau du Ver quelques spores qui, venant plus tard à se détacher et à tomber

sur les feuilles, pouvaient être absorbées en même temps que celles-ci. De plus, au siège de la piqure il sort toujours une petite quantité de sang qui risque bien de contenir quelques spores qui, après dessiccation du liquide, peuvent également venir infecter la nourriture.

Les réserves que j'exprime ici, en raisonnant par analogie avec ce que j'ai observé pour les autres Myxosporidies, ne peuvent évidemment être considérées comme une solution de la question : celle-ci ne pourra être tranchée que par de nouvelles expériences.

2° Infection par le tube digestif.

La pénétration des spores par le tube digestif doit être, je crois, considérée comme représentant le mode de propagation le plus général et le plus fréquent de nos organismes.

L'infection consécutive à l'absorption des spores du parasite de la Pébrine est connue depuis longtemps.

Bien avant d'avoir reconnu la nature de cet organisme en retrouvant dans ses spores la constitution typique de ces éléments chez les Myxosporidies, j'avais pensé que chez ces dernières la germination des spores devait se faire dans les mêmes conditions. Entre les deux groupes, en effet, les belles recherches de M. BALBIANI avaient montré des rapports d'organisation tellement étroits qu'il me semblait fort probable que les mêmes analogies devaient se retrouver dans les premières phases de leur développement.

J'ai fait à ce sujet de nombreuses expériences dont quelques-unes, comme on va le voir, m'ont donné des résultats absolument positifs. L'introduction des spores dans le tube digestif est d'ailleurs le seul procédé qui m'ait permis d'observer leur germination.

Dans un certain nombre de cas, ces expériences ont été tout à fait infructueuses ; dans d'autres, assez nombreux, je n'ai obtenu que des faits peu démonstratifs et dont il était impossible de tirer des conclusions suffisamment nettes.

Ces recherches présentent, en effet, par elles-mêmes de grandes difficultés, et de plus, on se trouve fréquemment exposé à des causes d'erreur impossibles à éviter et à prévoir et qui enlèvent toute valeur aux résultats obtenus.

C'est ainsi que plusieurs fois, malgré les précautions que j'avais pu prendre pour m'assurer que les sujets mis en expérience étaient indemnes d'infection préalable, il m'est arrivé de trouver dans leurs organes, après les avoir sacrifiés, des Myxosporidiés, soit d'une espèce différente de celle à laquelle appartenaient les spores absorbées, soit de la même espèce, et cela dans des conditions qui prouvaient d'une façon indubitable que l'existence de ces parasites remontait à une date antérieure à celle du début de l'observation.

Dans mes premières recherches, je me contentais de donner comme nourriture à des Poissons des fragments de tissus infestés ou d'introduire ceux-ci dans leur estomac, les laissant suivre le cours normal des matières alimentaires.

Mais ce procédé a l'inconvénient de causer une perte de temps considérable : il fallait, en effet, rechercher les spores ou le produit de leur germination sur toute la longueur du tube digestif, recherche d'autant plus longue et fastidieuse que j'étais souvent obligé de recourir à la méthode des coupes qui pouvait seule me donner, dans certains cas, des renseignements d'une précision suffisante. Aussi, je dus recourir à d'autres moyens, que j'indiquerai plus tard.

Je citerai, par exemple, l'expérience suivante qui est l'une de celles qui m'a coûté le plus de temps, bien que ses résultats n'aient été que peu probants.

Le 15 mars 1891, j'introduis dans l'estomac d'une petite Perche de 7 cent. de longueur, des filaments branchiaux d'une autre Perche portant des kystes d'*Henneguya psorospermica*.

Le 16, j'examine les excréments : ils renfermaient de très nombreuses spores. Quelques-unes n'avaient subi aucune modification ; elles avaient conservé leur réfringence, leur vacuole était encore colorable par l'iode, etc.

D'autres avaient leurs filaments sortis : mais le protoplasma avait disparu et la cavité ne renfermait que quelques granulations plus ou moins réfringentes ; les valves ne paraissaient pas s'être séparées. Dans un assez grand nombre de spores, on observait, au contraire, la déhiscence de l'enveloppe, dont les valves n'étaient plus réunies qu'au niveau de l'appendice caudal ; la plupart avaient leurs filaments sortis et les capsules étaient encore fixées aux valves ; dans

quelques-unes, les capsules étaient tombées dans la cavité de l'enveloppe. Enfin, on observait encore quelques spores ouvertes dont les valves étaient isolées et complètement séparées.

Il était donc indubitable que l'action des sucs digestifs avait amené l'ouverture d'un grand nombre de spores. Mais s'agissait-il d'une véritable germination, et qu'était devenu leur protoplasma? Il me fut impossible de le retrouver, non seulement dans les excréments, mais aussi dans le tube digestif de la Perche après l'avoir sacrifiée. Des préparations fraîches ne me donnèrent pas de résultats; je ne fus pas plus heureux sur des coupes, bien que j'aie appliqué ce procédé à peu près à toute la longueur du tube intestinal, depuis le pylore jusqu'à environ 1 cent. de l'anus, sauf quelques points que j'avais utilisés pour l'examen à l'état frais.

Des kystes de la même espèce ayant été introduits dans l'estomac d'une Épinoche, le 16 mars, je ne trouvai le lendemain, dans les excréments, que des spores intactes: mais il faut remarquer que cette Myxosporidie n'a jamais été rencontrée chez l'Épinoche.

Cependant j'ai observé cette absence de modification des spores après passage dans le tube digestif de Poissons de la même espèce que celui où j'avais trouvé ces spores.

Le 29 Août 1892, au Laboratoire de Roscoff, je donne à de petits *Crenilabrus melops*, des spores de *Glugea* incorporées à une sorte de pâte obtenue en râclant avec un scalpel des muscles du Crénilabre chez lequel j'avais trouvé cette Myxosporidie.

I. — Le N° 1 fut sacrifié le lendemain 30 août: dans son intestin je trouvai des spores de *Glugea* absolument intactes et sans aucune modification dans leur aspect extérieur; mais en même temps, on observait en très grand nombre, dans le contenu du tube digestif, de petites spores d'une autre *Glugea* (*Gl. ovoïdea*?) qui avaient pour la plupart leur filament sorti. Il m'a été impossible de découvrir d'où pouvaient provenir ces éléments.

II. — Le N° 2 sacrifié le 31 août, après avoir reçu de nouvelles spores de *Glugea* le 30, présentait à la surface du foie de nombreuses petites taches blanches causées par une *Glugea* dont les spores paraissaient identiques avec celles que j'avais trouvées avec leur filament sorti dans l'intestin du N° 1. Quant aux spores de *Glugea* ingérées, elles étaient également très nombreuses mais ne présentaient aucune modification.

Je rappellerai ici l'expérience que nous avons relatée avec M. HENNEGUY, dans notre travail sur la *Thelohania Giardi*: des Caridines (*Caridina Desmaresti*) ayant été nourries pendant 71 jours avec les muscles de *Crangon* infestés, nous avons pu

constater dans leurs excréments la présence de très nombreuses spores ouvertes, dont les valves s'étaient complètement séparées ; mais après avoir sacrifié ces animaux, nous ne pûmes trouver dans leurs muscles aucune trace de notre parasite.

Cette expérience est d'ailleurs peu concluante, à cause des différences spécifiques qui séparent le Crangon des Caridines et aussi à cause de la différence du milieu où vivent ces animaux.

Il faut noter, toutefois, que des essais d'infection par la *Th. octospora*, tentés sur le *Palæmon rectirostris*, par M. HENNEGUY, au Croisic et par moi-même, à Roscoff, sur des *P. serratus*, ne nous ont pas donné de meilleurs résultats.

Ces Myxosporidies sont d'ailleurs un objet d'étude peu favorable ; les dimensions extrêmement exiguës de leurs spores viennent, en effet, ajouter une nouvelle difficulté à celles que l'on rencontre à propos des autres espèces.

Ce sont, comme on va le voir, les *Myxobolus* qui m'ont permis d'observer les faits les plus probants.

Le 4 août 1891, je place dans un vase traversé par un courant d'eau, cinq petits Poissons :

- 1 petit Barbeau de 4 cent. de longueur.
- 2 petites Brêmes de 3 cent. 1/2 environ.
- 2 petites Ablettes (?) de même taille.

Ils faisaient partie d'un lot d'alevins dont j'ignorais la provenance exacte. Mais, avant de les isoler, j'avais sacrifié et examiné soigneusement les organes d'un nombre d'individus égal à celui qui était conservé et chez aucun je n'avais trouvé de Myxosporidies ; de plus, pendant plusieurs jours avant le début de l'expérience, j'avais examiné les excréments des Poissons isolés et je n'y avais pas vu de spores.

Le 4 août, je place au fond du vase des fragments de muscle de Barbeau infesté. Le 5, je trouve de nombreuses fèces renfermant des spores, la plupart intactes, d'autres avec les filaments sortis et quelques coques vides.

Les jours suivants, je constate les mêmes faits ; le nombre des coques vides semble plus considérable.

Je renouvelle de temps en temps les morceaux de muscle infesté jusqu'au 24 août.

Une des petites Ablettes était morte dans l'intervalle, pendant une absence de quelques jours : je ne pus en tirer partie en raison de l'état de décomposition où elle se trouvait à mon retour.

Le 24 août, je sacrifie les quatre Poissons survivants.

I. — Dans le Barbeau, je trouve quelques spores dans l'intestin, dont quelques-unes ouvertes : en dissociant ses parois, je ne trouve aucun élément anormal ; les coupes ne me donnent pas de résultat. Les autres organes sont indemnes.

II. — Le tube digestif de l'Ablette renferme également un certain nombre de spores ouvertes ou non ; mais, dans ses parois, je trouve des spores et des amas vitreux, comme dans l'intestin de Carpe représenté Pl. VIII, fig 87.

Mais ces spores ne peuvent, je crois, être attribuées à une infection résultant de l'expérience. Elles ont toutes atteint leur développement complet ; il en est de même pour les masses vitreuses et je ne retrouve pas de stades peu avancés de la dégénérescence qui les a produites ; d'après ce que j'ai dit ailleurs de la lenteur avec laquelle se développent nos parasites, je ne puis admettre qu'il s'agisse ici d'une infection remontant tout au plus à vingt jours.

III. — Dans l'une des petites Brèmes, l'intestin renferme des spores comme dans les cas précédents ; mais la vésicule biliaire renferme des *Chloromyxum fluviale*.

Ces deux cas ne me paraissant pas susceptibles de donner lieu à des observations probantes, je ne pousse pas plus loin l'examen.

IV. — Enfin, chez la dernière petite Brème, l'intestin renferme de nombreuses spores, quelques-unes intactes, un grand nombre ouvertes et vides. En dissociant la paroi, il me semble voir quelques petites masses protoplasmiques interposées aux cellules épithéliales et animées de mouvements amiboïdes très lents ; mais cette observation est trop peu nette pour que je puisse y attacher de l'importance. D'ailleurs, sur des coupes, je ne retrouve pas trace de semblables éléments. Au contraire, sur une de ces préparations, j'ai reconnu très nettement dans la lumière de l'intestin, le protoplasma d'une spore devenu libre et bien caractérisé par sa vacuole et ses deux noyaux ; ses contours présentaient des déformations qui semblent liées à l'existence de mouvements amiboïdes.

Le procédé que j'employais dans ces expériences pour étudier l'action des sucs digestifs sur les spores avait, comme je l'ai dit, le tort d'exiger des recherches fort longues, puisqu'il fallait examiner toute la longueur de l'intestin. De plus, des éléments aussi délicats que la petite masse de protoplasma qui représente la jeune Myxosporidie, risquent fort d'échapper à cet examen, quelque soin qu'on puisse y apporter, en raison de l'espace considérable dans lequel ils se trouvent dispersés.

Pour tâcher d'obvier à ces inconvénients, j'ai dû recourir à d'autres moyens.

D'abord, j'eus l'idée de placer les spores dans un segment d'intestin isolé entre deux ligatures. La Tanche présente une résistance vitale qui permet de l'utiliser facilement dans des expériences de ce genre. Je procédais de la façon suivante. La paroi abdominale inférieure, y compris la ceinture pelvienne, était ouverte à l'aide de ciseaux, depuis 1 ou 2 centimètres en avant de l'anus, sur une longueur suffisante pour donner facilement accès dans la cavité ; une anse de l'intestin était isolée entre deux ligatures ; puis j'y introduisais, à l'aide d'une seringue de Pravaz, une certaine quantité d'eau tenant des spores en suspension.

L'intestin était alors rentré dans la cavité. L'ouverture de la paroi était ensuite fermée à l'aide d'une suture entortillée, fixée sur des épingles traversant les deux lèvres de la plaie. Celles-ci étaient fortement appliquées l'une contre l'autre pour éviter autant que possible l'introduction de l'eau dans la cavité abdominale. La Tanche était ensuite remise dans l'aquarium et restait parfaitement vivante jusqu'au lendemain; je n'ai pas prolongé l'expérience au delà de 24 heures.

J'ai eu soin de ne pas m'adresser toujours à la même partie de l'intestin et le segment compris entre les ligatures appartenait, suivant les cas, à une région différente de l'organe. On sait en effet, que chez la Tanche le tube digestif décrit deux anses: après le pylore, l'intestin se dirige en arrière sur une certaine longueur puis il se recourbe en formant une première courbure à convexité postérieure: il remonte en avant à peu près jusqu'au niveau de la région pylorique, puis vient une seconde courbure à convexité antérieure après laquelle il arrive jusqu'à l'anse sans changer de direction.

Exp. I. — 17 juillet 1892. A midi, j'injecte environ 2 cent. cubes d'eau dans laquelle ont été broyés des fragments de muscle frais de Barbeau infesté, dans un segment intestinal long d'environ 4 cent. et comprenant la seconde courbure.

3 h. 30. — La Tanche est sacrifiée: le contenu de l'anse isolée présente des débris musculaires, des cellules épithéliales desquamées et des spores en très grand nombre. Celles-ci ont manifestement changé d'aspect. Leur réfringence semble avoir augmenté: le protoplasma qui entoure les capsules est devenu visible dans un assez grand nombre. Mais le fait le plus saillant consiste dans la modification que présente le protoplasma. Il semble s'être condensé vers le centre de la cavité de la spore, abandonnant le contact de la paroi au niveau des parties postérieure et latérales de l'enveloppe; sa forme est en outre devenue irrégulière; la vacuole est en général plus visible qu'à l'état frais, elle apparaît comme une tache claire et a conservé sa réaction vis-à-vis de l'iode. Quelques spores seulement ont leurs filaments sortis; leur contenu n'offre pas de caractères particuliers.

Exp. II. — 18 juillet 1892. — Je procède exactement comme dans le cas précédent, sauf que c'est la première courbure de l'intestin qui est comprise entre les ligatures.

19 juillet. — La Tanche est sacrifiée. Le contenu de l'anse comprend des débris musculaires, des cellules épithéliales et des spores en très grand nombre.

Chez la plupart, le protoplasma présente les mêmes modifications que dans l'expérience précédente: rétraction, contours irréguliers, etc.

D'autres ont leurs filaments sortis: parmi elles, un assez grand nombre offrent un aspect spécial: le protoplasma ne s'est pas rétracté, n'a pas changé de forme, mais il a perdu sa réfringence, il est devenu très pâle, granuleux et présente

souvent vers sa partie centrale une tache sombre qui semble répondre à la vacuole (?), celle-ci ne se colore plus par l'iode. La signification de ces changements est assez obscure : je serais assez porté à voir dans ces spores des éléments altérés, morts, ayant subi peut-être un commencement de digestion.

Dans ce cas, j'ai trouvé en outre dans le contenu de l'anse, quelques petits corps amiboïdes à mouvements très lents qui, par leurs dimensions et leurs autres caractères, rappelaient tout à fait le protoplasma des spores ; mais ils étaient rares et difficiles à étudier à cause du grand nombre de débris, et en particulier de cellules épithéliales desquamées auxquelles ils étaient mélangés dans les préparations. Je considère comme très probable qu'il s'agissait en réalité du produit de la germination des spores, mais les conditions défavorables où j'ai observé ces éléments ne m'ont pas permis de les étudier suffisamment pour être absolument affirmatif.

J'ai fait en tout cinq expériences analogues à celles que je viens de citer ; quatre avaient trait au *Myxobolus Pfeifferi*, l'autre au *M. ellipsoïdes*. Je crois inutile de les rapporter ici en détail : leurs résultats étaient en effet de tout point identiques à ceux des premières.

Elles m'ont permis de constater nettement que sous l'influence des sucs digestifs, les spores subissent des modifications spéciales. Celle que l'on rencontre avec la plus grande fréquence, consiste dans la rétraction du protoplasma qui perd, en outre, sa forme primitive et prend des contours irréguliers ; la sortie des filaments s'observe également dans un grand nombre de spores. D'autres aspects s'observent dans quelques spores, mais ils sont trop inconstants pour qu'on puisse leur attribuer de l'importance, et ils doivent être considérés comme accidentels.

Comme je l'ai dit, j'ai trouvé parmi les spores, de petits corps amiboïdes qui, probablement, représentaient le protoplasma de la spore devenue libre, mais je n'ai pu me rendre exactement compte de leur nature, en raison des difficultés que présentait leur étude au milieu des débris de toute nature qui remplissent les anses intestinales isolées entre les ligatures.

Dans ces expériences, en effet, la portion d'intestin dans laquelle on introduit les spores se trouve dans des conditions de vitalité défectueuses, sa nutrition est gravement compromise et il en résulte une desquamation à peu près complète de l'épithélium de la muqueuse : ces cellules, plus ou moins altérées, flottant en grand nombre dans le liquide, constituent un obstacle très gênant pour l'observation dans les préparations fraîches. Ces altérations de la paroi sont telles qu'elles ne permettent pas d'étudier au moyen de la méthode des coupes de segment intestinal sur lequel a porté l'expérience : la chute

de l'épithélium donne lieu, dans la lumière du tube digestif, à un véritable magma dans lequel il est impossible de reconnaître, avec certitude, les éléments très petits et d'une grande délicatesse qui résultent de la mise en liberté du protoplasma des spores.

Aussi, dans une autre série de recherches, j'ai procédé d'une façon différente.

Les spores étaient renfermées dans une enveloppe formée d'une substance facilement perméable aux liquides digestifs, telle que l'ouate hydrophile ou le papier à filtrer. La petite boulette ainsi obtenue, de la grosseur d'un petit pois était alors introduite dans l'estomac d'une Tanche après avoir été fixée à un fil, dont l'autre extrémité venait sortir par la bouche de l'animal et était attachée à une épingle enfoncée dans la peau du dos.

Cette introduction se fait très facilement de la façon suivante : Un tube en verre, à extrémité mousse, est conduit dans le tube digestif jusqu'au point où l'on veut placer les spores : les os pharyngiens constituent le seul obstacle à cette manœuvre : en agissant avec douceur on le surmonte facilement. La boulette de coton ou de papier est alors introduite dans le tube et poussée jusqu'au delà de son extrémité, à l'aide d'une baguette de verre : on retire ensuite le tube et on n'a plus qu'à fixer le fil en lui laissant une longueur suffisante pour qu'il ne s'oppose pas à la progression de la boulette dans le tube digestif. On peut ainsi placer celle-ci au niveau de la première courbure de l'intestin. Au bout d'un certain temps, on la retire, soit en tirant simplement sur le fil, soit en faisant passer celui-ci dans le tube de verre que l'on conduit de nouveau dans l'estomac et dans lequel on introduit la boulette à l'aide du fil. Cette façon de procéder a l'avantage d'éviter d'accrocher aux dents pharyngiennes le papier ou le coton qui contient les spores. La boulette est imbibée de liquide : on la comprime et on étudie les éléments contenus dans le liquide ainsi obtenu, ou bien on examine des portions de l'enveloppe de coton ou de papier après avoir dissocié les fibres.

EXP. I — 9 juin 1893. — Spores de *Myxobolus ellipsoïdes* provenant de la vessie natatoire d'une Tanche, placées dans une boulette de coton et laissées dans le tube digestif d'un autre individu de même espèce jusqu'au lendemain 10 juin (24 heures).

Presque toutes les spores ont subi des changements considérables.

Beaucoup sont ouvertes et ne contiennent plus de protoplasma ; dans les unes on voit encore les capsules polaires ; leurs filaments sont sortis ; elles sont

tantôt encore adhérentes aux valves, tantôt libres dans la cavité ; certaines spores sont tout à fait vides : l'enveloppe entr'ouverte ne contient plus ni protoplasma ni capsules. Il y a en outre des valves isolées.

Dans d'autres spores, le protoplasma est encore dans l'enveloppe, mais il s'est rétracté et a pris des contours irréguliers ; comme dans les expériences relatées précédemment, la vacuole est bien visible ; la plupart ont leurs filaments sortis. Je ne vois pas de petits corps amiboïdes.

EXP. II. — 14 juin. — Spores de *M. ellipsoïdes* laissées dans le tube digestif jusqu'au lendemain 15 juin (22 heures). Au bout de ce temps, je trouve des spores avec les mêmes caractères que dans le cas précédent : beaucoup sont ouvertes et vides ; d'autres ont leur plasma rétracté ; la plupart ont leurs filaments sortis.

Mais je trouve également un certain nombre de petits corps de forme plus ou moins régulièrement arrondie, mesurant 8μ de diamètre, qui représentent évidemment la partie germinative des spores devenues libres.

Ils sont formés d'un protoplasma très finement granuleux, rappelant tout à fait par son aspect celui des spores ; on y voit souvent deux petites taches sombres, arrondies, plus ou moins voisines l'une de l'autre, semblables, comme dimensions et apparences, aux noyaux du protoplasma des spores examinées à l'état frais. Dans certains, on observe un espace central arrondi, apparaissant en clair et répondant à la vacuole. A leur périphérie, on remarque l'existence de pseudopodes assez allongés, allant en s'amincissant vers leur extrémité libre et pouvant affecter différentes dispositions ; le plus souvent ils sont réunis en un ou deux groupes distincts. Ces petits corps possèdent des mouvements amiboïdes, mais ceux-ci sont d'une lenteur remarquable. Enfin quelques-uns renferment quelques petits granules brillants, probablement de nature grasseuse.

EXP. III. — 5-6 juillet 1893. — Spores de *M. piriformis* placées dans du papier à filtrer. Laissées dans le tube digestif pendant 16 heures.

Parmi les spores, les unes ne sont pas ouvertes : le protoplasma est rétracté comme dans les expériences précédentes, mais la vacuole est peu visible. Quelques-unes ont leur filament sorti.

Dans un certain nombre, le protoplasma est pâle, granuleux : ce sont probablement des éléments altérés.

On observe une grande quantité de spores ouvertes et vides ; beaucoup ont le filament sorti.

Je trouve enfin un nombre assez grand de petits corps amiboïdes, semblables à ceux de l'expérience précédente, ayant toutes les apparences de jeunes Myxosporidies. La forme et la disposition des pseudopodes sont identiques ; les noyaux sont visibles dans quelques-uns, mais je n'arrive pas à distinguer nettement la vacuole.

EXP. IV. — *M. piriformis*. — 5-6 juillet 1893. — Durée 24 heures.

La boulette n'avait pas pénétré à plus de 2 cent. au delà du pharynx. Les spores n'avaient subi aucune modification. Malgré le résultat négatif de cette expérience, j'ai cru devoir la noter ici, car elle démontre que c'était bien à l'action des sucs digestifs qu'étaient dus les changements présentés par les spores dans les expériences précédentes.

Des observations et des expériences dont je viens d'exposer les résultats, on peut, je crois, conclure que la pénétration de nos parasites dans l'organisme de leurs hôtes se fait normalement par le tube digestif et que c'est dans cet organe que se trouvent réalisées les conditions nécessaires à la germination des spores.

Ce phénomène, qui consiste essentiellement dans l'ouverture de l'enveloppe et la sortie du protoplasma, s'accompagne de la sortie du filament des capsules polaires. Quels sont dans ces circonstances la signification et l'utilité de ces derniers éléments ?

Si l'on considère la constance avec laquelle on rencontre ces capsules dans les spores de toutes les espèces, les dimensions considérables qu'elles atteignent souvent par rapport au volume total de la spore, ainsi que les phénomènes compliqués de leur développement et le stade précoce de l'évolution de celle-ci auquel on les voit apparaître, il semble bien difficile d'admettre que de telles productions ne soient pas appelées à remplir un rôle important.

Malheureusement, je n'ai pu constater aucun fait de nature à me permettre de déterminer ce rôle avec exactitude.

Cependant, d'après leurs caractères et la manière dont se fait la sortie du filament qui se déroule, comme on l'a vu, brusquement et avec une force relativement considérable, j'inclinerais volontiers à penser que ces éléments constituent des organes de fixation.

En venant, au moment de leur sortie, s'implanter dans la muqueuse, ils mettraient la spore à l'abri d'un passage trop rapide dans le tube digestif et contribueraient à la maintenir, pendant un temps suffisant, dans le milieu favorable à sa germination.

Dans l'état actuel de nos connaissances, cette hypothèse me semble la plus plausible : ce n'est, toutefois, qu'une hypothèse, et de nouvelles recherches pourront seules permettre de déterminer d'une façon précise, la signification de ces curieuses formations.

Une fois devenue libre, la jeune Myxosporidie doit accomplir dans l'organisme de son hôte des pérégrinations plus ou moins compliquées pour arriver au point où s'achèvera son évolution.

Dans certains cas, elle pénètre directement dans des cavités qui sont en communication avec celle de l'intestin : tel est, sans doute, le cas pour les Myxosporidies de la vésicule biliaire des Poissons et des Batraciens, de même que pour celles de la vessie natatoire des

Physostomes : le siège primitif de ces dernières à la surface interne de la paroi de l'organe, ne me semble guère conciliable avec une autre voie d'introduction que le canal.

D'autres fois le parasite, grâce à ses mouvements amiboïdes, pénètre au sein des tissus de la paroi intestinale. Il peut demeurer dans l'épaisseur de cette paroi et y produire des spores. Il siège alors dans l'épithélium, soit qu'il envahisse les cellules, soit qu'il occupe seulement leurs intervalles, ou dans le tissu conjonctif sous-muqueux ou même dans l'épaisseur de la musculuse.

Souvent les Myxosporidies ne restent pas dans les tissus de l'intestin et gagnent des organes plus ou moins éloignés. Je n'ai pu suivre ce processus de migration chez les Poissons, mais M. BALBIANI (3) l'a depuis longtemps décrit, chez le Ver à soie, à propos de la *Glugea bombycis*. Chez de très jeunes Vers qu'il avait expérimentalement infestés, il a retrouvé dans les cellules épithéliales et dans la tunique musculaire de l'intestin, « de petites masses sarcodiques, de volume très variable, ordinairement allongées dans la direction des fibres. Les plus petites dépassent à peine le volume d'un corpuscule ; d'autres sont plus ou moins volumineuses..... On voit d'abord apparaître dans ces masses sarcodiques de petits globules pâles qui grossissent et se transforment en corps ovalaires ou piriformes : ce sont les jeunes spores ». Plus tard, la masse sarcodique disparaît et il ne reste alors qu'un petit amas de spores mûres qui s'éparpillent dans tous les sens.

Quand le parasite a franchi le tube digestif du Ver à soie, le chemin lui est ouvert pour pénétrer dans tous les organes, même les plus éloignés du point d'entrée. C'est ainsi que les parasites arrivent dans les glandes séricigènes dont ils distendent les cellules..... Les vaisseaux de Malpighi, les parois intestinales, le corps grasseux, tous les organes, en un mot, sont gorgés de corpuscules (BALBIANI, loc. cit., p. 163).

On a vu combien est variée la distribution des Myxosporidies dans les tissus des Poissons : par quelle voie passent-elles pour arriver dans des organes souvent fort éloignés de leur point de départ ? Leur migration se fait-elle au travers des tissus, ou bien s'introduisent-elles dans les vaisseaux et sont-elles transportées par le courant sanguin ? Je ne puis répondre à cette question par des faits. Peut-être les deux processus se trouvent-ils réalisés suivant les cas.

M. PFEIFFER (5, p. 130), a publié une observation que je dois rappeler ici. Cet auteur aurait trouvé de jeunes stades du parasite dans les globules sanguins des Brochets, dont la vessie urinaire renferme le *Myxidium Lieberkühni*. J'avoue que je conserve quelque doute relativement à la réalité de ce fait. D'abord la méthode employée par M. PFEIFFER, ne me semble pas à l'abri de tout reproche. C'est, en effet, sur des préparations de globules sanguins, datant de *huit à douze heures*, qu'il a constaté dans ces éléments la présence de petits corpuscules nucléés au nombre de deux ou trois, placés au voisinage du noyau. Ils sont un peu plus petits que ce dernier, de forme arrondie, et brillants; ils peuvent changer de place par rapport au noyau, qui reste immobile. A mesure qu'ils prennent de l'accroissement, on voit le noyau du globule s'altérer: il finit par disparaître presque complètement.

La rapidité bien connue avec laquelle s'altèrent dans les préparations les globules du sang, ne me semble guère permettre de tirer des conclusions précises des faits que l'on peut observer dans les conditions où s'est placé M. le D^r PFEIFFER.

De plus, en admettant que, malgré la défectuosité de sa méthode, les petits corps qu'il a rencontrés dans les globules ne soient pas le résultat d'altérations mais bien de véritables productions parasitaires, leur nature myxosporidienne ne me paraît pas démontrée.

D'ailleurs, malgré de nombreuses recherches, ayant porté non seulement sur le Brochet mais sur un grand nombre d'autres Poissons infestés par les Myxosporidies, il m'a été impossible de retrouver dans leurs globules sanguins des éléments étrangers comparables à de jeunes Myxosporidies.

Je crois donc pouvoir conclure qu'il n'y a pas lieu de compter les Myxosporidies parmi les parasites des globules du sang. Si, comme cela semble probable, ce liquide joue un rôle dans la migration de nos organismes au travers des tissus de leurs hôtes, ce n'est point à l'intérieur des globules que s'accomplit ce transport.

En résumé, d'après les observations que j'ai pu faire, l'infection par les Myxosporidies, du moins dans l'immense majorité des cas, se fait par le tube digestif, qui semble constituer le milieu normal propre à la germination de leurs spores. Le jeune parasite, une fois devenu libre, peut traverser la paroi intestinale et arriver

dans les différents organes : il peut parfois s'y rendre par des voies naturelles (vésicule biliaire, vessie natatoire): dans les autres cas, y arrive-t-il traversant les tissus ou est-il entraîné par le courant sanguin, je n'ai pu m'en rendre compte.

4° Infection héréditaire.

Ce mode de transmission de nos parasites n'a été jusqu'ici constaté que pour la *Glugea bombycis*.

Je ne saurais citer aucun exemple du même genre parmi les autres Myxosporidies.

Les choses se passent-elles de la même façon pour d'autres Glugéidées parasites des Arthropodes, cela peut sembler vraisemblable, mais je ne saurais l'affirmer.

Quant aux espèces qui envahissent l'ovaire des Poissons, elles peuvent, comme on l'a vu, se trouver limitées au tissu conjonctif et dans ce cas, les ovules rester absolument indemnes ou, au contraire, l'infection peut porter simultanément sur le tissu conjonctif et les ovules (Barbeau, Vairon, Épinoche, etc.). Mais, dans ce cas, la présence du parasite amène la dégénérescence de ces derniers qui deviennent incapables de poursuivre leur évolution. D'après les faits que j'ai observés, il me semble donc que tout ovule contaminé soit destiné à périr, de sorte que ces Myxosporidies ne sauraient se transmettre par ce moyen d'une génération à l'autre.

Cependant, il faut noter que dans ces conditions, si l'infection ne se produit pas dans l'œuf lui-même, les jeunes y sont pourtant bien exposés, puisque des ovules contenant des spores en quantité souvent, considérable peuvent être expulsés en même temps que les œufs sains. Les spores ont ainsi bien des chances d'être absorbées par les alevins surtout quand ceux-ci, comme c'est le cas pour l'Épinoche, commencent à prendre de la nourriture avant d'abandonner le nid qu'ils ne quittent définitivement qu'un certain temps après résorption de leur vésicule.

II. PROLIFÉRATION SUR PLACE.

Si l'on considère le nombre immense d'individus de toute taille que renferment certains organes tels que la vessie urinaire, les tubes du rein et surtout la vésicule biliaire d'un grand nombre de Poissons, ou encore la quantité de nos parasites que l'on observe parfois dans certains tissus des animaux contaminés, il ne semble guère possible de considérer chacun de ces parasites comme provenant directement d'une spore.

Quand il s'agit d'espèces comme les *Myxobolus*, les *Glugea*, certaines *Henneguya*, etc., dans lesquelles chaque Myxosporidie donne naissance à un nombre extrêmement considérable de corps reproducteurs, on pourrait encore, à la rigueur, mettre la quantité des individus observés chez le même hôte, sur le compte des hasards de l'infection. Mais, quand il s'agit des Disporées, il devient véritablement impossible d'imaginer que, par exemple, un *Crenilabrus melops* ou un *Trygon*, aient pu absorber des spores en quantité égale aux milliers de *Ceratomyxa arcuata* ou de *Leptotheca agilis* qui se trouvent dans leur vésicule biliaire.

Il faut donc nécessairement admettre une multiplication de nos parasites dans l'organisme de leur hôte.

D'un autre côté, on a vu plus haut que, d'après mes observations et mes expériences, la germination des spores dans le milieu même où s'est développée la Myxosporidie qui les a produites, doit être considérée, si tant est qu'elle puisse se produire, comme un fait extrêmement rare et véritablement exceptionnel.

La prolifération sur place ne saurait donc se faire au moyen de ces éléments.

Par quel mécanisme se produit-elle et quels sont les phénomènes qui l'accompagnent? Aucun auteur ne s'est encore, que je sache, occupé de cette question dont l'étude présente, d'ailleurs, de grandes difficultés.

Celle-ci ne peut, en effet, porter que sur les Myxosporidies libres, les conditions d'existence des parasites des tissus ne permettant guère de les observer dans des circonstances favorables à ce genre

de recherches. Pour les premières même, leur peu de résistance et l'impossibilité à peu près absolue où l'on se trouve de les conserver vivantes pendant un temps suffisant, rend véritablement ardue la solution du problème.

Aussi, malgré tous mes efforts, ne suis-je pas arrivé à cet égard à des résultats bien précis. J'ai pu, cependant, faire quelques observations qui me semblent de nature à jeter un peu de lumière sur ce point obscur de l'histoire de nos organismes.

J'ai déjà signalé ce fait que parmi les Myxosporidies que l'on rencontre dans les organes, tels que la vessie urinaire ou la vésicule biliaire, on rencontre des exemplaires de dimensions très variables. A côté des individus ayant atteint la taille maxima de l'espèce, on en trouve d'autres excessivement petits, de forme assez variable, tantôt plus ou moins arrondis, tantôt en forme de massue. Ces petits organismes peuvent n'avoir pas plus de 3 à 5 μ de diamètre dans le premier cas ; dans le second, j'en ai observé de 5-6 μ de longueur sur 3 μ de largeur. On constate, d'ailleurs, toutes les transitions à ce point de vue entre eux et les individus les plus développés. Ils présentent des pseudopodes tantôt localisés, tantôt répartis sur toute leur surface. Ils sont remarquables par l'uniformité de leur aspect chez les différentes espèces ; cependant, chez quelques-unes, ils présentent déjà certains caractères de l'adulte : par exemple chez la *Ceratomyxa reticularis*, on trouve parfois chez eux le protoplasma rempli de vacuoles ; mais, quand la vésicule biliaire renferme côte à côte plusieurs espèces distinctes de Myxosporidies, il est le plus souvent impossible de déterminer à laquelle appartiennent ces petits individus.

Je les ai d'ailleurs observés à propos de toutes les Myxosporidies libres.

Quant à leur origine, ils me semblent résulter de divisions du corps protoplasmique de nos organismes.

Parmi ces petits corps, on en trouve dont je n'ai pas encore parlé qui sont fusiformes, avec une partie médiane renflée et deux extrémités très effilées ; ils sont immobiles et ne présentent pas de pseudopodes ; mais à cela près, ils rappellent tout à fait les précédents dont ils représentent, je crois, une phase jeune.

Parmi les Myxosporidies plus développées que l'on observe dans la bile, il s'en rencontre, en effet, dont la forme extérieure présente certaines particularités dont j'ai déjà dit un mot. Ces individus

sont en forme de massue, mais leur portion amincie atteint souvent une longueur très considérable; de plus, au lieu d'aller en diminuant régulièrement vers son extrémité libre, elle présente sur sa longueur un certain nombre de renflements fusiformes, dont le nombre varie de 1 à 3 ou 4.

Les dimensions de ceux-ci ne sont pas égales : leur volume diminue progressivement d'avant en arrière. Dans certains cas, j'ai vu ces renflements très peu marqués et d'un diamètre à peine supérieur à celui de la région qui les sépare. Mais, peu à peu, on voit cette différence s'accroître et bientôt ils ne sont plus rattachés les uns aux autres que par une sorte de pédicule extrêmement mince au niveau de sa partie moyenne. Celui-ci doit évidemment se rompre avec la plus grande facilité.

Ces productions rappellent tout à fait, par l'ensemble de leurs caractères, les petits corps fusiformes que l'on trouve libres dans la bile, et il me paraît évident que ceux-ci ne sont autre chose que les renflements que je viens de décrire, séparés les uns des autres par rupture du pédicule qui les reliait entre eux et à l'organisme mère.

On les trouve souvent flottant dans la bile, réunis encore au nombre de deux ou trois, mais séparés de ce dernier, qui se reconnaît toujours à la forme arrondie de son extrémité antérieure et aux pseudopodes qu'on y observe.

J'ai noté ces faits chez presque toutes les Myxosporidies de la vésicule biliaire, en particulier chez celles qui sont susceptibles de revêtir la forme en massue, soit d'une façon à peu près constante, soit plus rarement et seulement chez les individus non sporitères.

Parmi les espèces chez lesquelles je les ai constatés le plus nettement et avec la plus grande fréquence, je dois citer la *Leptotheca agilis*, la *L. elongata*, *L. parva*, la *Ceratomyxa appendiculata*, *C. arcuata*, *C. reticularis*, *Glugea Marionis*, etc.

Dans ces petits corps fusiformes, avant ou après leur séparation de l'organisme mère, j'ai aperçu parfois à l'état frais un petit point obscur rappelant l'aspect d'un noyau. Mais je n'ai pu vérifier sa nature avec exactitude, la petite taille de ces éléments et la rapidité avec laquelle s'altèrent les Myxosporidies dans les préparations, apportant un obstacle fort gênant aux observations de ce genre.

Quant aux espèces dont le corps plasmique ne revêt jamais la forme en massue, telles que le *Chloromyxum Leydigi*, j'ai bien chez elles observé de très petits individus, qui très probablement dériveraient des autres par un processus analogue, mais je n'ai pas pu saisir les phases de leur formation.

En résumé, les conditions dans lesquelles on observe les Myxosporidies dans les organes de leurs hôtes, ne permettent pas de douter que ces organismes soient susceptibles de se multiplier sur place. Cette multiplication semble se faire par division. Chez certains individus en forme de massue, on voit se produire en certains points de la région caudale, des renflements fusiformes, séparés les uns des autres par des portions rétrécies, qui finissent par ne plus constituer qu'une sorte de pédicule filiforme extrêmement fragile. Celui-ci venant à se rompre, les petits corps fusiformes sont mis en liberté et présentent bientôt tous les caractères de nouveaux individus.

Chez certaines formes libres (*Chl. Leydigi*, *Chl. fluviatile*, etc.), et chez les Myxosporidies des tissus, l'existence de ce mode de prolifération n'est pas moins certaine, mais je n'ai pu me rendre compte de son mécanisme.

Les particularités remarquables que l'on constate chez certaines espèces, du moins aux stades de leur évolution qu'il m'a été possible d'étudier, sont peut-être le résultat de phénomènes de cet ordre.

Parmi les dernières, j'ai observé parfois des faits assez difficiles à interpréter au premier abord et qui pourraient bien être en rapport avec le mode de multiplication que nous étudions en ce moment.

Tels sont, par exemple, certains kystes de *Glugea microspora* qui, loin de se présenter avec les caractères normaux, revêtent un



Fig. 6. — *Gasterosteus aculeatus* présentant une tumeur formée par la réunion d'un grand nombre de kystes de *Glugea microspora*.

aspect tout particulier, tenant à ce que la tumeur, au lieu de constituer une petite sphère de forme assez régulière, se montre composée d'un nombre variable de petits kystes secondaires, de dimensions variables,

ordinairement sphériques, parfois déformés par pression réciproque et dont l'ensemble forme une tumeur mamelonnée souvent assez volumineuse, fig. (6).

Si l'on suit pendant quelque temps le développement de l'une de ces productions, on constate que le nombre des petites sphères est susceptible de s'accroître: on en voit apparaître de nouvelles à la surface des premières.

Dans le cas que j'ai étudié pendant le plus longtemps, voici ce que j'ai observé.

Chez certaines de ces Myxosporidies que j'ai décrites plus haut, sous la dénomination de formes aberrantes, chez les *Thelohania* par exemple, la phase la plus jeune que j'aie observée consiste, comme on l'a vu, en une petite sphère protoplasmique pourvue d'un noyau et d'une enveloppe. La signification morphologique de ces éléments est assez obscure. Étant donnée la constitution normale du protoplasma germinatif de la spore de nos parasites, qui renferme toujours deux noyaux, et d'autre part le nombre immense de ces petites sphères dont les muscles infestés peuvent être littéralement farcis, on ne peut songer à les faire dériver directement des spores. Je serais, pour ma part, assez disposé à les considérer comme représentant autant d'individus distincts provenant de la multiplication du parasite au sein des tissus de l'hôte. Les caractères particuliers qu'ils présentent, existence de l'enveloppe, transformation intégrale du protoplasma en éléments reproducteurs, devraient alors être considérés comme secondaires et en rapport avec leurs conditions d'existence.

La même manière de voir s'applique évidemment au *Pleistophora*.

Quant au *Myxidium incurvatum*, les cas dans lesquels il revêt l'aspect de la figure 53 (Pl. VIII), paraissent plaider en faveur de la même interprétation.

D'après ce que l'on observe à l'état frais, il semble bien, en effet, qu'il s'agisse ici d'un amas d'individus de taille et d'âge différents et fixés les uns aux autres par leurs pseudopodes qui ne sont plus visibles sur les coupes; le grand nombre de ces individus et leur structure prouvent nettement qu'ils ne dérivent pas directement des spores. Un très grand nombre, en effet, ne renferme qu'un seul noyau (fig. 53, a).

Comme chez les *Thelohania*, ces exemplaires doivent très probablement être considérés comme le produit de la prolifération d'indi-

vidus primitifs, par un mécanisme analogue à celui que je viens de décrire chez d'autres espèces. Plus tard, on voit ce noyau se diviser et les phases suivantes du développement présentent beaucoup de rapports avec ce que l'on observe chez les *Thelohania*.

L'interprétation que je propose des particularités de structure de ces Myxosporidies me semble la plus plausible et la seule conciliable avec les faits observés. Cependant, ce n'est qu'une hypothèse, et de nouvelles recherches seraient nécessaires sur ce point.

Il en est, d'ailleurs, de même pour tout ce qui concerne la prolifération sur place de nos organismes. L'existence de ce processus me paraît bien démontrée par les observations exposées plus haut : malheureusement, je n'ai pu suivre, d'une façon précise, la marche des phénomènes qu'il y aurait évidemment lieu d'étudier de plus près.

Quelle est dans cette multiplication le rôle du noyau ? La jeune Myxosporidie issue d'une spore est-elle susceptible d'achever directement son évolution ou bien la prolifération est-elle un prélude nécessaire de la reproduction par spores ? Ce sont des questions d'un véritable intérêt au point de vue de la biologie des Myxosporidies, mais je dois me borner à les poser ici sans pouvoir aborder leur solution, faute d'observations suffisamment complètes et démonstratives.

*
* * *

ÉLIMINATION DES SPORES

Quoi qu'il en soit, il arrive un moment où le parasite présente la constitution que nous avons étudiée plus haut et devient le siège des phénomènes de sporulation.

Quand les spores ont achevé leur développement, elles peuvent arriver dans le milieu extérieur au bout d'un temps plus ou moins long et par différents procédés, variables évidemment avec les conditions d'existence de l'organisme mère.

Voyons d'abord ce qui se passe chez les Myxosporidies des cavités organiques.

Les spores, une fois mûres, restent enfermées dans l'endoplasma pendant un temps plus ou moins long : la Myxosporidie peut-elle les éliminer et continuer à vivre ? C'est une question à laquelle il m'est malheureusement impossible de répondre avec certitude.

Chez les Polysporées, dont l'endoplasma peut être à un moment donné littéralement bourré de spores, entre lesquelles il ne persiste que des restes presque insignifiants de protoplasma, il ne me semble pas que l'on puisse admettre la possibilité de la mise en liberté des spores autrement que par la destruction de l'individu et la disparition du reliquat protoplasmique qui reliait entre eux ces éléments.

Au contraire, chez beaucoup de Disporées, où le volume des spores est presque insignifiant par rapport au volume total de l'organisme, on peut se demander si ce dernier n'est pas susceptible de continuer à vivre après avoir expulsé ces corps reproducteurs. Je n'ai pu faire, à ce sujet, aucune observation précise. Cependant, par analogie avec ce qui se passe chez les Polysporées, j'avoue que je ne crois guère à la continuation de l'existence individuelle après élimination des spores.

La mise en liberté de ces dernières me semble bien plutôt devoir résulter de la destruction du corps protoplasmique qui leur a donné naissance.

Quand il s'agit de Myxosporidies parasites de la vésicule biliaire, les spores, une fois devenues libres dans la bile, ne tardent pas à être entraînées dans l'intestin et à gagner le milieu extérieur. On les retrouve assez facilement en examinant les fèces ou le contenu intestinal (*Ceratomyxa sphaerulosa*, *Chloromyxa Leydigi*, etc.), mais il faut faire un grand nombre de préparations car elles sont toujours en petit nombre.

Pour les Myxosporidies de la vessie urinaire, l'élimination des spores est encore plus simple et elles arrivent directement au dehors avec l'urine (*Myxidium Lieberkühni*). Il en est de même pour celles qui envahissent les tubes du rein ; le fait est extrêmement facile à constater pour les espèces qui vivent dans le rein de l'Épinoche. Il suffit d'isoler un de ces Poissons dans un verre conique, et en recueillant avec une pipette les débris accumulés au fond, on y trouve, au bout de quelques jours des spores en nombre plus ou moins considérable si l'animal était infesté (*Sphaerospora elegans*, *Henneguya brevis*, *H. media*).

Chez les Myxosporidies des tissus, la manière dont les spores arrivent dans le milieu extérieur peut être fort différente suivant le siège de ces parasites.

Ceux qui se sont développés dans l'épithélium du tube digestif se rapprochent beaucoup à ce point de vue des espèces précédentes : leurs corps reproducteurs finissent par tomber dans l'intestin avec les cellules mortes et sont ainsi éliminées.

Ce mode de sortie des spores est depuis longtemps connu chez la *Glugea bombycis* et les excréments des Vers contaminés constituent le véhicule le plus fréquent de l'infection.

On peut également citer ici l'expulsion des spores des Myxosporidies développées dans l'ovaire de l'Épinoche.

Parmi les autres Myxosporidies des tissus, les unes se développent dans la peau ou le tissu conjonctif sous-cutané : d'autres, au contraire, dans des organes beaucoup plus profonds et plus éloignés de la surface du corps.

Les premières forment le plus souvent des masses bien circonscrites et plus ou moins considérables, que l'on désigne sous le nom de kystes. Quand elles ont achevé leur évolution, elles ne sont, pour ainsi dire, constituées que par un amas de spores, autour duquel il ne persiste que des restes à peu près insignifiants de protoplasma. Dans certains cas, ces kystes, en se développant, deviennent de plus en plus superficiels et finissent par amener la rupture de l'épiderme ou de l'épithélium qui les recouvrait; ils se détachent des tissus, tombent au fond de l'eau où ils ne tardent pas à crever, et les spores sont mises en liberté.

Ce processus s'observe assez souvent pour les kystes des branchies (*Henneguya*, *Myxobolus*, etc.). Comme BÜTSCHLI l'avait fait remarquer, ces masses parasitaires devenues libres par rupture de l'épithélium à leur surface, pourraient, dans certains cas, être prises pour des Myxosporidies développées à la surface de l'organe, en véritables ectoparasites, alors qu'il s'agit, en réalité, d'organismes qui siégeaient primitivement dans la profondeur du tissu.

J'ai observé des phénomènes analogues à propos de la *Glugea microspora*. Les kystes siègent primitivement dans le tissu conjonctif sous-cutané et leur couleur blanche se trouve alors plus ou moins masquée par la pigmentation des téguments. A mesure qu'ils se développent, la saillie qu'ils déterminent devient de plus en plus consi-

dérable : la peau se trouve distendue, le derme s'atrophie, disparaît peu à peu et la tumeur, devenue sous-épidermique, présente une blancheur qui tranche sur la coloration générale du Poisson. L'épiderme finit lui-même par se rompre et le kyste, devenu libre, tombe au fond de l'eau où il ne tarde pas à se désagréger.

Au contraire, chez les Myxosporidies des organes profonds, l'arrivée des spores dans le milieu extérieur ne peut avoir lieu, dans la plupart des cas, qu'à la suite de la mort de leurs hôtes.

Tel est le cas, par exemple, pour les *Myxobolus ellipsoïdes* de la vessie natale de la Tanche, les Myxosporidies de la rate, du tissu conjonctif du rein, du foie, de la paroi intestinale, des muscles, etc., sauf des cas tout à fait exceptionnels, comme celui que l'on observe chez le Barbeau, où la formation de véritables abcès, dus à une infection microbienne secondaire, peut amener la mise en liberté des spores sans que le Poisson soit nécessairement destiné à succomber.

Si les spores de ces parasites sont par elles-mêmes incapables d'arriver au dehors et si elles peuvent conserver pendant un certain temps leur vitalité au sein des tissus, ce séjour ne doit pas se prolonger au delà de certaines limites sous peine de leur devenir fatal.

C'est ainsi que l'on trouve parfois des spores mortes et dégénérées dans les organes où vivaient les organismes qui les ont produites. Dans ces cas, la dégénérescence calcaire s'observe assez fréquemment.

C'est, je crois, dans ce sens qu'il faut interpréter l'observation de LINTON (2). Dans son travail sur une Myxosporidie qu'il a trouvée chez le *Cyprinodon variegatus* (*Myxobolus Lintoni*, GURLEY), cet auteur signale, en effet, dans les tumeurs causées par le parasite, la présence de corpuscules calcaires de formes variées et irrégulières. La présence de ces productions ne peut s'expliquer que par la dégénérescence et la calcification consécutive de certaines portions des tissus infestés.

J'ai moi-même constaté plusieurs faits de ce genre. Chez une Tanche, en particulier, je trouvai le mésentère couvert d'un grand nombre de petites masses jaunâtres, assez résistantes, qui renfermaient des spores de *Myxobolus ellipsoïdes* et de *M. piriformis*; celles-ci étaient dégénérées, leur réfringence avait disparu,

leur enveloppe était ratatinée ; en observant ces productions, on reconnaissait qu'il s'agissait de petits nids parasites, entourés d'une enveloppe fibreuse résultant de la prolifération irritative du tissu conjonctif.

Mais les parasites avaient succombé, les spores et les restes du protoplasma avaient été frappés de dégénérescence et étaient incrustés de sels calcaires, comme on le constatait facilement en traitant ces formations par les acides.

D'autres fois, on observe seulement la dégénérescence granulo-graisseuse : (*Sphaeromyxa* des glomérules du rein du *Mugil chelo*).

En résumé :

La mise en liberté des spores semble être toujours liée à la destruction de ce qui persiste après leur formation du protoplasma de l'organisme mère.

La manière dont elles arrivent dans le milieu extérieur varie selon le siège de ce dernier.

Chez les Myxosporidies de la vésicule biliaire, elles arrivent dans l'intestin et sont finalement expulsées avec les fèces ; chez celles des tubes du rein ou de la vessie, elles sont entraînées par l'urine.

Dans d'autres cas, la production parasitaire tout entière, située superficiellement sous la peau ou la muqueuse branchiale, est mise en liberté à la suite d'une ulcération de celles-ci.

Enfin, dans d'autres cas, les spores emprisonnées dans des tissus profonds (muscles, rate, tissu conjonctif, etc.), sont forcées d'y demeurer jusqu'à la mort de l'hôte. Si ce séjour se prolonge au delà de certaines limites, elles succombent et sont frappées de dégénérescence.

*
* *

RAPPORTS DU DÉVELOPPEMENT DES MYXOSPORIDIES AVEC LES SAISONS.

Les Myxosporidies se montrent-elles plus fréquentes à certaines époques de l'année et leur cycle évolutif est-il en rapport avec les différentes saisons ? Il m'est impossible de répondre à cette question d'une façon générale.

D'après LIEBERKÜHN (1), la *Glugea microspora* serait beaucoup plus commune au printemps qu'à l'automne : il l'aurait observée au printemps chez 1/10 des Épinoches examinées, et chez 1/100 seulement à l'automne.

GABRIEL signale dans la fréquence du *Myxidium Lieberkühni* une certaine périodicité : ce parasite serait surtout répandu à la fin de l'été et en automne ; rare en hiver, il devient de plus en plus abondant à mesure qu'on approche du printemps.

Mes observations ne me permettent pas de confirmer celles de ces auteurs, et dans l'immense majorité des cas, il m'a été impossible de saisir un rapport quelconque entre les saisons et la fréquence plus ou moins grande de nos parasites ou une phase déterminée de leur évolution.

Je ne connais à cet égard que trois exceptions :

1^o Pour le *Myxobolus Pfeifferi* ; la maladie qu'il détermine chez les Barbeaux, ne sévit que pendant l'été, de mai à septembre ; mais il ne faut pas oublier que l'infection microbienne joue un rôle important dans la mortalité des animaux atteints et il pourrait fort bien se faire que ce fût elle qui fût soumise à l'influence de la température et de la saison, la présence de la Myxosporidie pouvant passer inaperçue pendant le reste de l'année.

2^o Pour les *Thelohania* ; comme nous l'avons signalé avec M. HENNEGUY, en 1892, l'influence des saisons est ici manifeste et facile à constater, grâce aux conditions favorables à l'observation que l'on rencontre dans les ruisseaux des marais salants.

Le moment où l'on trouve le plus de Palémons infestés par la *Th. octospora* et où l'infection est portée à son maximum, est la fin de l'été : du 15 juillet à la fin d'août. Pendant le mois de septembre, leur nombre commence à diminuer ; cette diminution s'accroît en octobre et tous les individus contaminés finissent par succomber et disparaître : à partir du 15 novembre, on n'en rencontre plus un seul et cela jusque vers le 15 mars ou les premiers jours d'avril, époque à laquelle la maladie commence à réapparaître.

3^o Enfin, pour la *Glugea bombycis* dont le développement suit totalement les phases de celui du Ver à soie.

Mais à part ces cas exceptionnels, je n'ai, je le répète, constaté aucun lien entre les saisons et l'évolution des Myxosporidies.

VI.

CLASSIFICATION DES MYXOSPORIDIES.

La classe des Sporozoaires a été créée en 1879 par LEUCKART qui y fit entrer :

- 1° Les Grégarines ;
- 2° Les Psorospermies oviformes ou Coccidies ;
- 3° Les Psorospermies des Poissons ;
- 4° Les Psorospermies des Articulés ;
- 5° Les Psorospermies utriculiformes ou tubes de Rainey.

Depuis les travaux de SCHNEIDER, BÜTSCHLI, BALBIANI, etc., on a réuni les Coccidies aux Grégarines (Monocystidées).

En 1881, BÜTSCHLI a proposé le nom de Myxosporidies pour les Psorospermies des Poissons.

M. BALBIANI, dans ses *Leçons sur les Sporozoaires*, a créé le nom de *Microsporidies* pour les Psorospermies des Articulés et celui de *Sarcosporidies* pour les Psorospermies utriculiformes.

Les travaux de LAVERAN ont fait connaître l'existence d'un nouveau groupe de parasites, présentant avec les Grégarines des affinités assez étroites, et que DANILEWSKY a désigné sous le nom d'*Hémosporidies*.

Enfin, on peut, à l'exemple de M. le professeur PERRIER, désigner sous le nom d'*Exosporidies* certains organismes ectoparasites rapprochés pour la première fois des Sporozoaires par M. BALBIANI et ayant pour type l'*Amœbidium parasiticum*.

BÜTSCHLI, dans ses *Protozoa du Thier-Reich* de BRONN, n'avait pas cru devoir comprendre parmi les Sporozoaires les Microsporidies, qu'il considérait comme se rapprochant plutôt des Champignons.

M. BALBIANI, au contraire, a toujours, depuis ses premiers travaux, soutenu l'idée de leur parenté avec les Psorospermies des Poissons, opinion également défendue par LEYDIG. On a vu, au cours de ce

travail, que ces organismes sont de véritables Myxosporidies et mes observations confirment sur ce point, de la façon la plus nette, la manière de voir de mon savant maître.

La classe des Sporozoaires doit donc être actuellement divisée en 5 ordres.

1. Grégarines.
2. Hémosporidies.
3. Myxosporidies.
4. Sarcosporidies.
5. Exosporidies.

*
* * *

CLASSIFICATION DES MYXOSPORIDIES.

BÜTSCHLI, dans le *Thier-Reich* de BRONN, a, le premier, donné un nom particulier à deux de nos parasites. Il a appelé *Myxobolus Mülleri* une espèce qu'il avait observée sur les branchies de divers Cyprinoïdes, et *Myxidium Liebkühni* celle qui vit dans la vessie urinaire du Brochet. Mais cet auteur n'a point établi la caractéristique des genres qu'il créait ainsi, ni donné de description spécifique de ces organismes.

En 1889, LUTZ appela *Cystodiscus immersus*, une Myxosporidie vivant dans la vésicule biliaire de certains Batraciens du Brésil.

MINGAZZINI, en 1890, proposa la dénomination de *Chloromyxum Leydigi* pour la Myxosporidie signalée, en 1851, par LEYDIG, dans la vésicule biliaire des Plagiostomes; mais cette appellation n'est encore appuyée sur aucune description générique ou spécifique.

Un autre auteur italien, PERUGIA, publie presque en même temps une étude sur les Myxosporidies des Poissons de mer. Il n'admet qu'un seul genre, le genre *Myxosporidium* et signale les quatre espèces suivantes :

- M. plagiostomi* (Chl. *Leydigi*, MING.)
- M. mugilis* (*Myxobolus*, BÜTSCHLI ?)
- M. merluccii*, nov. sp.
- M. congrei*, nov. sp.

En dehors de la différence de leur habitat, PERUGIA ne mentionne pas non plus les caractères qui lui permettent de distinguer spécifiquement les organismes qu'il a observés.

Or, l'habitat est un fait complètement en dehors des caractères morphologiques, histologiques ou évolutifs du parasite et ne peut, par conséquent, servir de critérium pour la distinction des espèces.

En 1892 KOROTNEFF a également décrit une nouvelle espèce, sous le nom de *Myxosporidium bryozoides*.

En 1892, j'ai publié le premier essai d'une classification générale des Myxosporidies, en prenant pour point de départ les caractères tirés des spores.

Ce choix me semble facile à justifier et, d'après les faits exposés plus haut à propos de la morphologie et de la structure du corps protoplasmique de nos organismes, on comprendra, je pense, qu'il était impossible de chercher de ce côté la base de leur classification. Il est certain, toutefois, que dans bien des cas il sera très avantageux de tenir compte des particularités que peut présenter la Myxosporidie elle-même, surtout dans les espèces qui vivent libres et mobiles dans les cavités organiques et entre lesquelles, comme nous l'avons vu, on observe à cet égard des différences parfois très accentuées.

Je crois donc que, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, on ne trouve que dans les spores des particularités suffisamment tranchées et assez variées pour pouvoir servir à la distinction et au groupement des diverses formes spécifiques.

En notant les différences de forme et de taille de ces corps, en tenant compte de la présence ou de l'absence de vacuole dans leur protoplasma, on peut arriver, me semble-t-il, à obtenir des éléments suffisants pour une tentative de ce genre.

La classification que j'avais proposée a été depuis adoptée dans son ensemble par M. GURLEY, qui a cru cependant devoir y apporter quelques modifications de détail, dont la plupart ne me semblent pas présenter d'avantage bien évident.

D'abord, M. GURLEY considère les Myxosporidies comme une sous-classe et les divise en deux ordres, sous le nom de Cryptocystes et de Phenocystes. Les premières, caractérisées par leur capsule non visible, comprennent les Glugéidées ; les Phenocystes renferment toutes les autres familles.

J'avoue que la constitution de ces deux groupes ne me semble pas bien utile.

Les Cryptocystes se confondent avec les Glugéidées, et je ne vois pas de raison pour opposer à ce groupe l'ensemble des autres espèces, réunies sous le nom de Phænocystes.

Parmi ces dernières, l'auteur conserve la famille des Myxidiées, dans laquelle il ne fait figurer que le genre *Myxidium*. Parmi les caractères qu'il donne pour justifier l'isolement de ce genre, il signale la structure non bivalve de l'enveloppe, ce qui est une erreur manifeste.

Il réunit, sous le nom de Chloromyxidées, le reste des Myxidiées avec des Chloromycées.

Il conserve les Myxobolidées, mais supprime le genre *Henneguya* qu'il réunit aux *Myxobolus*.

Enfin, il crée une famille spéciale sous le nom de Cystodiscidées pour le *Cystodiscus immersus* (LUTZ) et l'organisme trouvé par M. BALBIANI chez la *Pyralis viridana*.

Cette famille ne me semble pas suffisamment justifiée : la spore du *Cystodiscus immersus* présente évidemment une constitution un peu spéciale, mais elle ne me paraît pas impossible à rattacher à celles de certaines Myxidiées, entre autres de la *Sphaerospora divergens* et de la *Sphaeromyxa Balbianii* : en outre, la structure du corps protoplasmique de cette espèce présente trop d'analogie avec celle que l'on observe chez la *Sphaeromyxa* pour qu'on puisse séparer ces deux organismes.

La réunion des *Chloromyxum* aux *Sphaerospora*, *Ceratomyxa*, etc., ne me paraît pas heureuse : en rapport avec le nombre des capsules polaires, l'évolution des spores présente des particularités assez importantes : et n'y eût-il en faveur de la séparation des *Chloromyxum* que le caractère tiré du nombre des capsules, ce fait me semblerait suffisant pour justifier la création d'une famille distincte. Si le fait, pour ces éléments, d'être plus ou moins apparents, paraît suffisant à l'auteur pour servir de caractéristique à un ordre, une différence du simple au double dans leur nombre peut, à plus forte raison, sembler-il, servir à distinguer deux familles. Un mot encore, à propos de la suppression du genre *Henneguya* proposée par M. GURLEY.

Evidemment la valeur du caractère que j'ai choisi pour distinguer ce genre peut être diversement appréciée ; mais l'auteur donne en

faveur de la fusion de ce genre avec les *Myxobolus*, un argument basé sur une erreur d'observation que j'ai déjà signalée, à savoir la prétendue existence, dans la même espèce, de spores dont les unes seraient pourvues, les autres dépourvues d'appendice. Je crois en avoir dit assez sur ce sujet pour qu'il soit inutile d'y revenir ici. (v. page 282).

Quant à la modification de certains noms de familles, auxquelles M. GURLEY a donné une terminaison identique, je ne fais aucune difficulté pour m'y conformer.

La classification suivante est, à quelques détails près, la même que celle que j'ai proposée en 1892. Elle n'en diffère guère que par l'adjonction d'un assez grand nombre d'espèces nouvelles que je n'avais pas encore observées à cette époque ou que je n'avais pas pu étudier suffisamment pour leur assigner une place.

Je n'ai nullement la prétention de donner une liste complète des différentes espèces de Myxosporidies, non plus d'ailleurs qu'un groupement définitif de ces espèces. J'ai tâché seulement de fournir aux observateurs un moyen, au moins provisoire, de donner aux formes nouvelles qu'ils pourront rencontrer une place en rapport avec leurs affinités, et surtout, j'ai voulu diminuer dans la mesure du possible, la confusion qui résulte de la façon arbitraire et vague dont on avait jusqu'ici désigné chaque espèce, confusion que je n'ai eu que trop souvent l'occasion de constater depuis que j'étudie ces organismes, et qui, je crois, constituait un obstacle sérieux au progrès de nos connaissances à leur sujet.

MYXOSPORIDIES.

Spores	de forme variable.	{	pas de vacuole dans le plasma.	{ 2 capsules.	I. MYXIDÉES.
			2 ou 4 capsules :	{ 4 capsules.	II. CHLOROMYXIDÉES.
			1 vacuole à contenu colorable en rouge brun par l'iode.	{	III. MYXOBOLIDÉES.
			1 ou 2 capsules :		
			piriformes, une seule capsule polaire, d'ordinaire non apparente, à l'extrémité pointue ; une vacuole claire non colorable par l'iode à la grosse extrémité :	{	IV. GLUGÉIDÉES.

1. MYXIDIDÉES.

Spores de forme assez variable, renfermant deux capsules polaires. Protoplasma de la spore dépourvu de vacuole. Polysporées ou disporées.

Cette famille renferme les Myxosporidies les plus élevées en organisation ou peut-être les moins dégradées par le parasitisme.

Spores	non sphériques ayant leur plus grand diamètre	sphériques.....			3. <i>Sphaerospora</i>
		compris dans le plan de la suture	fusiformes avec une capsule à chaque extrémité; filament	long et	4. <i>Myxidium</i>
				filiforme.	
				court et conique.	5. <i>Sphaeromyxa</i>
		perpendiculaire à ce plan. Valves	en forme d'ovoïde aplati; les 2 capsules à la petite extrémité.		6. <i>Myxosoma</i>
				en forme de cône creux ayant leur extrémité libre prolongée en une sorte d'appendice plus ou moins effilé.	2. <i>Ceratomyxa</i>
				non prolongées en pointes.	1. <i>Leptotheca</i>

I. LEPTOTHECA (nov. gen.).

Myxosporidies disporées. — Spores ayant leur grand axe perpendiculaire au plan de la suture. Elles sont plus ou moins globuleuses, parfois presque sphériques, d'autres fois assez allongées. Le protoplasma remplit complètement l'espace laissé libre par les capsules. Celles-ci sont placées à côté l'une de l'autre. — L'enveloppe est très mince.

Par la forme des spores, ce genre se rattache d'une part aux *Sphaerospora* et d'autre part aux *Ceratomyxa*.

1. *Leptotheca agilis* (nov. sp.).

(Pl. VII, fig. 11, L-29, 30, 31).

Ceratomyxa agilis, THÉLOHAN (8, 1892).Habitat : Vésicule biliaire du *Trygon vulgaris*, du *Scorpaena* (?)

Myxosporidie présentant chez beaucoup d'individus une forme allongée, terminée en pointe en arrière, arrondie à l'extrémité antérieure où se trouvent rassemblés des globules graisseux. Ses dimensions ne semblent pas dépasser 85 μ de long sur 20-25 μ de large. Chez d'autres individus, la partie postérieure est divisée en un certain nombre de lobes.

Dans le protoplasma, on trouve des globules apparaissant en clair.

Les pseudopodes localisés à l'extrémité antérieure sont longs (40-50 μ), filiformes, animés de mouvements assez rapides d'avant en arrière, agissant comme de véritables rames.

Spores. — Deux dans chaque individu. Un peu allongées, grand diamètre atteignant presque le double du diamètre sutural (fig. 30).

Mesurent en moyenne 11-12 μ sur 6-7.

2. *Leptotheca elongata* (nov. sp.)

(Pl. VIII, fig. 37, 38).

Habitat : Vésicule biliaire de *Merluccius vulgaris* (Marseille, Banyuls, le Croisic).

Myxosporidie pouvant revêtir un assez grand nombre d'aspects différents. Cependant beaucoup d'individus présentent une forme assez caractéristique (fig. 37). Ils sont allongés et mesurent jusqu'à 120 μ : l'extrémité antérieure est renflée et présente une dépression, sur les bords de laquelle sont localisés les pseudopodes qui sont le plus souvent ramifiés ; le corps va en s'atténuant progressivement jusqu'à l'extrémité postérieure ; d'autres sont en massue, etc. Pseudopodes lobés, assez courts, ne jouant pas le rôle de rames.

Spores assez semblables de forme à celles de l'espèce précédente, mesurant en moyenne 18-20 μ sur 12-15 (fig. 38).

3. *Leptotheca elongata* (nov. sp.)

Habitat : Vésicule biliaire de *Phycis mediterraneus* (Banyuls.)

Myxosporidie extrêmement polymorphe. On peut distinguer :

1° Des formes en massue plus ou moins régulière avec des pseudopodes lobés, parfois filiformes à la grosse extrémité.

2° Des formes tout à fait irrégulières rappelant l'aspect de la *Ceratomyxa* de la fig. 50 et caractérisées par la présence de longs appendices ectoplasmiques pouvant atteindre 25 μ de longueur et qui semblent immobiles ou ne présentent que des mouvements très lents ; à côté, on observe des pseudopodes proprement dits, lobés et changeant de forme et de place assez rapidement.

3° Enfin, des formes plus ou moins arrondies et hérissées de pseudopodes filiformes.

On rencontre d'ailleurs tous les intermédiaires imaginables entre ces différents aspects que le même individu peut revêtir successivement.

Ces Myxosporidies se montrent souvent réunies en amas considérables, dans lesquels il est difficile de distinguer la forme des différents individus, à cause de l'enchevêtrement des appendices immobiles et des pseudopodes proprement dits.

Le protoplasma présente dans cette espèce un aspect spécial ; il semble plus homogène, plus compact que dans les autres Myxosporidies, ses granulations sont à peine visibles ; il renferme quelquefois des espaces clairs arrondis ayant l'apparence de vacuoles.

Les spores mesurent 18 à 20 μ sur 10 à 12. Le filament des capsules atteint 40 μ .

4. *Leptotheca parva* (nov. sp.).

(Pl. VIII, fig. 23, 24, 25.)

Habitat : Vésicule biliaire du Maquereau (*Scomber scomber*)
(Marseille, le Croisic, Le Vivier).

Myxosporidie de forme ordinairement arrondie, le plus souvent à peu près sphérique ; quelquefois en massue de petite taille, ne dépassant pas 12-15 μ de diamètre. Protoplasma finement granuleux, pseudopodes lobés. Spores petites, allongées, plus ou moins recourbées en arc (fig. 25), mesurant 8-10 μ sur 3-4.

5. *Leptotheca renicola* (nov. sp.).

Habitat : Tubes du rein du Maquereau (Marseille, Le Croisic.)

Myxosporidie petite, ne présentant aucun caractère saillant, difficile à isoler sans déchirures par dissociation du rein.

Spore globuleuse, se rapprochant des *Sphaerospora* par la faible différence qui existe entre son grand diamètre (10 μ en moyenne) et le diamètre sutural (8 μ).

6. *Leptotheca ranæ* (nov. sp.).

Habitat : Rein de *Rana esculata* et *R. fusca*.

7. *Leptotheca hepseti* (nov. sp.)

Habitat : Vésicule biliaire de l'*Atherina hepsetus* (Marseille).

Cette Myxosporidie semble assez rare : je ne l'ai rencontrée qu'une fois sur *Atherina*.

Spore présentant une forme particulière : vue en coupe optique, elle offre un contour triangulaire avec les angles arrondis.

Dimensions : 12 à 15 μ sur 7-8.

II. *CERATOMYXA* (nov. gen.)

Myxosporidies dispersées, surtout caractérisées par la forme de leurs spores, dont les valves ont la forme de deux cônes creux soudés par leurs bases. A son extrémité libre, chaque valve se termine par une sorte de prolongement séparé de la cavité de la spore et s'effilant en une pointe plus ou moins aiguë. Jusqu'à la maturité, ces appendices de l'enveloppe sont repliés sous la spore dont l'aspect rappelle alors celui des spores de *Leptotheca*.

On trouve assez souvent des spores monstrueuses à 3 valves.

1. *Ceratomyxa sphœrulosa* (nov. sp.)

(Pl. VII, fig. 1-3).

Habitat : Vésicule biliaire du *Mustelus vulgaris* et du *Galeus canis*, (St-Valery-en-Caux, Roscoff).

J'ai signalé l'existence de cette espèce en 1892, M. le professeur BALBIANI, qui l'a observée le premier à St Valery-en-Caux, ayant bien voulu me confier le soin de la décrire. Je l'ai retrouvée depuis à Roscoff, chez les mêmes hôtes.

Myxosporidie ne présentant pas de grandes variations de forme, du moins chez les individus complètement développés. La plupart revêtent la forme représentée dans la figure 1. Le corps est assez allongé, un peu atténué au niveau de ses extrémités, renflé vers sa partie moyenne ; pseudopodes

lobés, n'existant d'ordinaire qu'à l'une des extrémités. D'autres exemplaires ont un aspect plus ramassé; d'autres, enfin, revêtent une forme à peu près régulièrement sphérique; les pseudopodes peuvent alors se montrer indistinctement sur toute la surface; ces individus arrondis ne semblent pas dépasser 50-60 μ de diamètre; chez les autres, la longueur peut atteindre 90 à 100 μ ; la largeur maxima étant de 30-40 μ .

Les jeunes individus sont incolores, de formes plus variables; leur protoplasma est homogène et finement granuleux; les individus plus âgés présentent, au contraire, une coloration jaunâtre ou jaune verdâtre: leur endoplasma est bourré de petites sphères claires, mesurant en moyenne 5 μ de diamètre et entre lesquelles on distingue un plasma grisâtre finement globuleux; au centre de chaque petite sphère se trouvent groupés de petits granules d'un jaune brun ou verdâtre, au nombre de 5-6 le plus souvent (fig. 1 et 2).

Spores au nombre de deux dans chaque individu—remarquables par leurs dimensions: longueur 90-100 μ sur 10-12 μ au niveau du diamètre sutural (fig. 3). Capsule mesurant 6-7 μ de longueur sur 5 μ de largeur; le filament y est nettement visible à l'état frais; il sort facilement sous l'action de la potasse, de l'éther, etc.

Protoplasma n'occupant qu'une des valves: il mesure 12-15 μ sur 8-9. (fig. 3, p), dans l'autre valve, on voit d'ordinaire de petits amas d'une substance très pâle (x.)

2. *Ceratomyxa arcuata* (nov. sp.)

(Pl. VII, fig. 16, 17, 18, 19).

Habitat: Vésicule biliaire de *Motella tricirrata* (Roscoff); de *Crenilabrus melops* (Roscoff, Concarneau); *Pagellus centrodonatus* (Concarneau); *Scorpaena porcus* (Marseille, Banyuls) et *Sc. scrofa*.

Myxosporidie affectant presque constamment la forme en massue avec pseudopodes localisés à la grosse extrémité; la portion amincie ou queue peut être presque cylindrique (fig. 17) ou aller en s'atténuant vers l'extrémité (fig. 16).

Quelques rares individus présentent l'aspect de la fig. 18.

Pseudopodes lobés, à extrémités assez aiguës, toujours localisés.

L'endoplasma renferme quelques globules graisseux, souvent réunis au voisinage de la grosse extrémité. Il renferme, en outre, des éléments particuliers, sortes de globules réfringents, assez gros (fig. 16 et 17, g); ceux-ci semblent disparaître chez les individus sporifères.

Dimensions maxima; longueur 35-40 μ , largeur 12-15 μ ; les pseudopodes ne dépassent guère 10 μ .

Disporée. — Spores (fig. 19) assez variables comme dimensions: 20-30 μ de longueur sur 5-8 de diamètre sutural. Ces différences de longueur sont dues au développement plus ou moins considérable des prolongements de l'extrémité des valves: ceux-ci, parfois très accentués (fig. 19), sont ailleurs très courts et

dans un certain nombre de spores ils existent à peine et se terminent par une extrémité arrondie, comme par exemple dans la spore représentée fig. 51 (*C. truncata*).

Peut-être une étude plus approfondie de ces organismes conduirait-elle à diviser cette espèce en deux ou plusieurs autres ; par exemple le parasite des *Scorpaena* diffère peut-être de celui du *Crenilabrus melops* et du *Pagellus centrodonatus*; les globules réfringents y sont plus petits, les pseudopodes moins développés, etc., mais les caractères des spores et entre autres la variabilité de leur forme et de leurs dimensions, se retrouvent chez chacune de ces Myxosporidies ; aussi, je crois préférable, au moins pour le moment, de les réunir sous la même dénomination.

3. *Ceratomyxa truncata* (nov. sp.)

(Pl. VIII, fig. 50, 51, 52).

Habitat : Vésicule biliaire de la Sardine (*Alosa sardina*) (Marseille, Villefranche, Océan ?)

Myxosporidie assez polymorphe : cependant, les formes plus ou moins régulièrement arrondies semblent les plus fréquentes. Pseudopodes lobés ; chez beaucoup d'individus, on trouve à côté des pseudopodes proprement dits, à mouvements actifs (fig. 50, *ps*), des expansions ectoplasmiques souvent très allongées (*a*) et ne présentant que des mouvements beaucoup plus lents.

L'endoplasma, très finement granuleux, renferme des petits globules de graisse, souvent groupés en petits amas irréguliers, d'autres fois disposés en cercle.

Disposée. — Spores mesurant en moyenne 25μ de long sur 5 de diamètre sutural ; prolongements des extrémités des valves courts et tronqués (fig. 51) ; le protoplasma semble ici, dans beaucoup de cas, occuper toute la cavité de la spore.

Dans cette espèce, les spores irrégulières à trois valves sont particulièrement fréquentes (fig. 52.)

4. *Ceratomyxa pallida* (nov. sp.)

Habitat : Vésicule biliaire de *Box boops* et de *Box salpa* (Marseille, Villefranche.)

Myxosporidie assez petite, formant souvent des amas composés d'un grand nombre d'individus. Ceux-ci, presque toujours sphériques, ne dépassent pas $16-20\mu$ de diamètre. Pseudopodes lobés, assez courts. Protoplasma excessivement pâle, à granulations à peine perceptibles.

Dans beaucoup d'exemplaires, il m'a semblé qu'il n'y avait qu'une seule spore : ce fait demanderait à être confirmé et de nouvelles observations sur ce sujet seraient nécessaires.

Spores mesurant 25-30 μ sur 5 μ . Je n'ai pu étudier, d'une façon satisfaisante, les prolongements des valves.

Les *Ceratomyxa* qu'il nous reste à passer en revue, se rattachent les unes aux autres par un caractère commun, à savoir l'extrême irrégularité du corps qui est comme découpé en longs appendices.

***Ceratomyxa appendiculata* (nov. sp.)**

(Pl. VII, fig. 4).

Habitat : Vésicule biliaire du *Lophius piscatorius* (Roscoff, Le Croisic) et du *L. budegassa* (Marseille, Banyuls).

Myxosporidie extrêmement polymorphe. Les jeunes individus peuvent être sphériques, en massue avec une queue plus ou moins longue, etc. Chez les individus plus développés, on observe en général une portion un peu renflée, dans laquelle se forment les spores et d'où partent de 4 à 5 ou 6 prolongements pouvant atteindre le double ou le triple du plus grand diamètre de la région renflée.

Ces sortes d'appendices ne sont point de nature pseudopodique et présentent un axe central endoplasmique. Sur la longueur, on note souvent l'existence de renflements plus ou moins accusés (fig. 4, 7). Pseudopodes lobés ou longs et presque filiformes ; ils semblent manquer chez certains individus sporifères.

Disporée.—Spores se formant dans la région renflée. Longueur 50 μ en moyenne sur 5-7 μ de diamètre sutural. Prolongements des valves bien développés.

6. *Ceratomyxa reticularis* (nov. sp.)

(Pl. VII, fig. 26 et 27.)

Habitat : Vésicule biliaire de *Trachinus draco* (Banyuls).

Myxosporidie extrêmement polymorphe, comme la précédente. Souvent en massue (fig. 26). Les individus complètement développés présentent la même configuration que dans l'espèce précédente et possèdent des prolongements où pénètre l'endoplasma.

Celui-ci est remarquable par sa structure; il offre, en effet, l'aspect d'un réticulum dans les mailles duquel est contenu un liquide assez réfringent (fig. 26). Cette disposition réticulée s'étend dans les prolongements. En un point, on trouve une masse d'endoplasma compact renfermant les noyaux (*b*).

Spores se développant en général dans la portion renflée d'où partent les prolongements.

Elles présentent une forme assez particulière : les prolongements des valves sont assez courts et tronqués : de plus, l'une des valves est à peu près constamment recourbée, presque à angle droit, de sorte que son extrémité libre est dirigée en arrière (fig. 27).

Longueur totale 45-50 μ . Diamètre sutural 12-15.

7. *Ceratomyxa globulifera* (nov. sp.).

(Pl. VIII, fig. 42 et 43.)

Habitat : Vésicule biliaire de *Merluccius vulgaris* (Marseille, Banyuls).

Polymorphe comme les précédentes ; existence chez les individus bien développés, de prolongements contenant de l'endoplasma. Celui-ci bourré de petits globules très réfringents.

Spores assez allongées ; valves le plus souvent inégales, l'une ayant un prolongement plus développé et plus effilé.

Longueur 50 μ . Diamètre sutural 10 μ .

III. SPHEROSPORA

Myxididées à spores sphériques. On peut les considérer comme des *Leptotheca* dont la spore est devenue sphérique par raccourcissement de l'axe bivalvaire. Disporées (*Sph. elegans*) ou Polysporées (*Sph. divergens*.)

1. *Spherospora elegans* (THÉL.).

Sph. elegans, THÉLOHAN (7 ; 1892).

Chloromyxum elegans, GURLEY (1893).

Habitat : Tubes du rein ; tissu conjonctif de l'ovaire du *Gasterosteus aculeatus* et du *Gasterosteus pungitius* (Bretagne, env. de Paris).

Myxosporidies arrondies ou un peu allongées ; ne dépassant pas 20-25 μ de diamètre. Protoplasma d'aspect homogène, très finement granuleux, renfermant de nombreux globules réfringents, probablement de nature graisseuse.

Pseudopodes lobés. — Mouvements lents.

Disporée. — Spores sphériques ; quelquefois un peu atténuées en avant. Au niveau du fond des valves, on distingue souvent un épaississement de l'enveloppe pouvant aller jusqu'à figurer une sorte de petite épine.

Capsules polaires convergentes ; filament invisible à l'état frais.

Rebord sutural bien développé, produisant l'aspect d'une petite pointe aux deux pôles de la spore, vue de champ.

Diamètre de la spore 10μ en moyenne. Le diamètre sutural dépasse quelquefois de 1μ le diamètre bivalvaire.

La Myxosporidie trouvée par M. BALBIANI chez la Lote (4, p. 133, fig. 41), doit peut-être être rapportée à cette espèce, en tout cas, elle en est très voisine.

2. *Spherospora rostrata* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 92 et 93.)

Habitat : Glomérules de Malpighi du rein des *Mugil*. (Roscoff, Le Croisic, Le Vivier-sur-mer, Marseille, Banyuls).

Je ne suis pas parvenu à isoler et à étudier le corps protoplasmique de cette espèce.

Spore à peu près sphérique : 10 à 12μ de diamètre : le diamètre sutural dépasse parfois le bivalvaire de 1 ou 2μ .

L'enveloppe est très fortement striée. Les stries, en contournant la spore, produisent à la partie postérieure l'aspect de petites épines (fig. 92, spore dont le plan sutural est horizontal.) Le rebord sutural est bien marqué : il présente en avant un élargissement en forme de lamelle quadrangulaire plus ou moins régulière, bien visible sur la spore placée comme dans la figure ; sur la spore vue de champ, cet appendice forme à la partie antérieure de la spore une petite épine.

Le filament des capsules atteint 40μ de largeur. Ce parasite amène, comme on l'a vu, la dégénérescence des glomérules.

3. *Spherospora divergens* (nov. sp.)

(Pl. VII, fig. 12 et 13.)

Habitat : Tubes du rein de *Blennius pholis* et de *Crenilabrus melops* (Concarneau, Roscoff).

Assez rare : je ne l'ai trouvé chez le Crénilabre qu'une fois sur 23 à Roscoff, et 1 fois sur 12 à Concarneau ; chez le *Blennius*, 1 fois sur 7 à Roscoff, 1 fois sur 3 à Concarneau.

Myxosporidie le plus souvent à peu près arrondie, en forme de disque ou à peu près sphérique ; d'autres fois un peu allongée.

Chez des individus sporifères, j'ai relevé les dimensions suivantes : 65 μ sur 55, 60 μ sur 25, 60 μ sur 20, etc..

Ectoplasma transparent, à lobes arrondis ; pas de pseudopodes véritables ; mouvements extrêmement lents.

Endoplasma granuleux renfermant des globules de graisse et de petites granulations jaunâtres (fig. 12).

Polysporée. — Spores sphériques mesurant 10 μ de diamètre. — Quelques-unes mesurent 10 μ sur 12 μ , le plus grand diamètre étant compris dans le plan sutural.

Enveloppe marquée de stries souvent difficiles à apercevoir.

Capsules divergentes ; filament rarement visible à l'état frais, sortant sous l'action de la potasse, mesure 20-25 μ .

IV. MYXIDIUM (BÜTSCHLI).

Myxosporidies disposées ou polysporées, ayant des spores plus ou moins régulièrement fusiformes, avec une capsule à chaque extrémité.

1. *Myxidium Lieberkühni* (BÜTSCHLI).

(Pl. VII, fig. 32 ; Pl. VIII, fig. 44, 48).

M. Lieberkühni, BÜTSCHLI (4 ; 1882).

Habitat : Vessie urinaire du Brochet (*Esox lucius*).

Découverte, en 1854, par LIEBERKÜHN.

Myxosporidie de forme très variable ; ectoplasma donnant naissance à des pseudopodes lobés et quelquefois à des appendices filiformes immobiles (fig. 32).

Endoplasma coloré en jaune chez les individus âgés, par suite de la présence de globules colorés ; renferme beaucoup de globules de graisse (fig. 45 et 46) et souvent des cristaux d'hématoidine.

Polysporée. — Spores souvent extrêmement nombreuses. Fusiformes, extrémités assez pointues ; enveloppe striée longitudinalement (fig. 47). Capsules occupant les deux extrémités ; leur grand axe se confond avec celui de la spore. Filament souvent visible à l'état frais.

Longueur de la spore 18-20 μ ; largeur maxima 5-6 μ .

2. Myxidium histophilum (nov. sp.).

(Pl. VIII, fig. 49.)

Habitat : Tissu conjonctif du rein, de l'ovaire, du Vairon.

Je n'ai pu malheureusement étudier la Myxosporidie elle-même : son siège dans le tissu et l'état avancé de l'évolution des exemplaires que j'ai observés ne m'ayant pas permis de l'isoler.

Forme dans le tissu conjonctif de petits amas entourés d'une enveloppe provenant de la prolifération du tissu.

Spores fusiformes ; enveloppe striée longitudinalement, souvent un peu irrégulière et étranglée à la partie moyenne. Longueur 15 μ .

Myxidium incurvatum (THÉL.)

(Pl. VIII, fig. 53, 54.)

M. incurvatum THÉLOHAN (7)

Habitat : Vésicule biliaire d'*Entelurus aequoreus*, *Syngnathus acus*, *Callionymus lyra*, *Blennius pholis* (Roscoff, Concarneau), *Trachinus draco*, *Scorpaena scrofa* (Marseille, Banyuls).

Myxosporidies de petite taille, formant souvent des amas considérables ; protoplasma pâle, finement granuleux ; beaucoup de globules réfringents (graisse ?).

Disposée. — Spore ressemblant à celle des espèces précédentes mais irrégulière et n'ayant qu'un plan de symétrie qui est le plan sutural ; en effet, le grand axe de chaque valve se recourbe en sens inverse aux deux extrémités, de sorte que les deux pointes de la spore sont dirigées en sens inverse.

Capsules dirigées en sens inverse ; leur grand axe, au lieu de coïncider avec celui de la spore, comme dans les espèces précédentes, fait avec lui un angle plus ou moins ouvert ; dans quelques spores, les axes des deux capsules sont presque parallèles (fig. 54).

Longueur de la spore, 8-9 μ ; largeur 4-5 μ . Filament 10-15 μ .

4. Myxidium sphericum (nov. sp.)

(Pl. VII, fig. 25.)

Habitat : Vésicule biliaire de *Belone acus* (Banyuls), *B. vulgaris* (le Vivier-sur-Mer.)

Mixosporidie assez petite, presque toujours sphérique, formant également des amas plus ou moins considérables : elle ne dépasse pas 20-22 μ de diamètre.

Pseudopodes lobés, disséminés sur toute la surface. Protoplasma finement granuleux ; chez les individus sporifères, il est bourré de petits grains réfringents qui semblent manquer chez les autres (fig. 28).

Disporée. — Spores de forme identique à celles du *M. incurvatum* mais bien plus grosses. Filament très visible à l'état frais.

Longueur 15-20 μ , largeur 7-8 μ .

Longueur du filament 60 μ ; il sort par la potasse, mais souvent d'une façon incomplète.

V. SPHÆROMYXA (THÉL.)

THÉLOHAN (1892).

Myxosporidies en forme de disque ou de lentille biconvexe (3-4 μ). Ectoplasma présentant des lobes arrondis sans véritables pseudopodes. Endoplasma constituant un réticulum, dans les mailles duquel est contenue une substance différenciée ; noyaux contenus dans des portions compactes de l'endoplasma. Spores allongées, plus ou moins fusiformes, avec une capsule à chaque extrémité.

1. *Sphæromyxa Balbianii* (THÉL.)

(Pl. VIII, fig. 55-64.)

THÉLOHAN (1892).

Habitat : Vésicule biliaire de *Motella tricirrata* (Roscoff) : *M. maculata* (Concarneau) ; *Cepola rubescens* (Marseille, Banyuls).

Myxosporidie en forme de lame aplatie, discoïde, pouvant atteindre 3-4 mm de diamètre ; se repliant sur elle-même de manière à former une petite sphère opaque constituée souvent par plusieurs individus et facile à voir à l'œil nu dans la vésicule examinée par transparence (fig. 56 et 57).

Ectoplasma présentant des lobes arrondis, à mouvements très lents. Endoplasma renfermant des globules de graisse, surtout nombreux au-dessous de l'ectoplasma. Réticulum à mailles plus serrées à la périphérie. Noyaux contenus dans de petits amas d'endoplasma compact où se développent les spores (fig. 55 et 62).

Polysporée. — Spores fusiformes rappelant celles des *Myxidium*, mais à extrémités tronquées, enveloppe striée longitudinalement. Capsules occupant les deux extrémités. — Filament enroulé autour d'un axe perpendiculaire au grand axe de la capsule, court, conique, creux (fig. 58-61).

Longueur de la spore 15 μ , largeur 5 μ .

Filament : longueur 15 μ .

Sphaeromyxa immersa (Lutz).

Cystodiscus immersus, LUTZ (1889).

Habitat : Vésicule biliaire de *Bufo aqua* et *Cystignathus ocellatus*.
Brésil (Lutz).

Peut-être à cause des particularités de ses spores, cette Myxosporidie devrait-elle être considérée comme le type d'un genre particulier (*Cystodiscus*, Lutz). Toutefois, par les conditions dans lesquelles on l'observe, par sa forme et sa structure, elle se rattache si étroitement à la précédente, qu'il m'a semblé préférable de les réunir sous le même nom générique.

Myxosporidie en forme de lentille biconvexe, pouvant atteindre 2^{mm} de diamètre. Structure de l'ectoplasma et de l'endoplasma tout à fait analogue à celle de *Sph. Balbianii*.

Spores plus globuleuses, à contours elliptiques, striées en travers ; plan de suture oblique par rapport au grand axe.

Une capsule à chaque extrémité.

Longueur de la spore 12-14 μ , largeur 9-10 μ . Filament : 4 à 5 fois la longueur de la spore, soit 50-70 μ .

VI. MYXOSOMA (THÉL.)

Spores en forme d'ovoïde aplati plus ou moins allongé.

Myxosoma Dujardini (THÉL.)

(Pl. IX, fig. 89-91).

M. Dujardini THÉLOHAN (1892).

Chloromyxum Dujardini GURLEY (1893).

Habitat : Branchies de *Scardinius erithrophthalmus* et de *Leuciscus rutilus*.

Cette espèce semble avoir été vue par MÜLLER. DUJARDIN l'observa également et découvrit chez elle l'existence du corps protoplasmique de nos organismes. Forme sur les lamelles branchiales des tumeurs

blanches, très étroites, souvent ramifiées et plus irrégulières que celles des autres espèces ; elles atteignent 1^{mm} à 1^{mm} , 50 de longueur.

Spores : en forme d'ovoïde aplati, petite extrémité très amincie, souvent un peu courbée latéralement ; deux capsules à la petite extrémité.

- Longueur de la spore, 12-13 μ , largeur 7-8 μ .

Quelques spores anormales ont un prolongement caudal (fig. 94).

2. *Myxosoma ambiguum* (nov. sp.)

Habitat : Vessie urinaire de *Lophius piscatorius* (Le Croisic.)

Je crois que c'est ici que se place le plus naturellement cette espèce, sur laquelle je n'ai malheureusement que des données très incomplètes.

Myxosporidie le plus souvent arrondie, sphérique ou un peu allongée. Pseudopodes lobés assez courts ; endoplasma renfermant de nombreux globules réfringents assez volumineux.

Disporée ou polysporée ?

La spore, vue parallèlement au plan de suture, présente un contour ovoïde. Les capsules sont situées dans l'extrémité la plus large, assez éloignées l'une de l'autre et divergentes.

Le reste de l'enveloppe est occupé par le protoplasma.

Longueur de la spore, 18-20 μ ; largeur max. 10 μ .

II. CHLOROMYXIDÉES.

Myxosporidies essentiellement caractérisées par la présence dans les spores de 4 capsules polaires.

CHLOROMYXUM (MINGAZZINI).

Je range provisoirement dans un seul genre les différentes espèces qui rentrent dans cette famille ; très probablement une connaissance moins imparfaite de ces organismes amènera la constitution d'autres genres.

1. *Chloromyxum Leydigi* (MING.)

(Pl. VII, fig. 6 - 11).

Découverte par LEYDIG (1851).

Chloromyxum Leydigi, MINGAZZINI (1890).*Chl. Leydigi*, THIÉLOHAN (1892).*Chl. Leydigi* et *Chl. incisum*, GURLEY (1893).

Habitat : Vésicule biliaire d'un assez grand nombre de Plagios-
tomes : *Squatina angelus*, *Spinax vulgaris*, *Scyllium*
canicula, *Raja batis*, *Torpedo narce* (LEYDIG), *Tor-*
pedo marmorata, *Acanthias vulgaris*, *Raja clavata*,
R. alba, *Trygon vulgaris* (Roscoff, Concarneau, le
Vivier, Marseille, Banyuls, etc.).

Myxosporidies très polymorphes, allongées, ovalaires, sphériques, etc. (fig. 6, 7) chaque individu change d'ailleurs de forme assez rapidement quand il se trouve dans des conditions favorables. Ectoplasma donnant des pseudopodes lobés, à extrémité ramifiée ; souvent réunis en des sortes de bouquets (fig. 7, *ps*). Quelquefois, l'ectoplasma donne lieu à de petites saillies sétiformes immobiles.

Endoplasma offrant une coloration jaune, due à l'existence de globules colorés, dont la teinte varie du jaune d'or à un jaune plus ou moins brun ou verdâtre (fig. 6, 7, *j*). L'endoplasma est quelquefois littéralement bourré de ces productions (fig. 8, 11, *c*).

Polysporée. — Les spores apparaissent d'abord comme des vésicules claires dépourvues de globules jaunes, elles représentent les sphères primitives : chacune d'elles ne donne qu'une spore.

Spore ovoïde. Chaque valve offre un contour ovalaire : rebord sutural formant en avant une pointe mousse : en arrière, il se prolonge en une sorte de petit appendice quadrangulaire (fig. 10, *a*), d'où semble partir un faisceau de filaments très déliés ; à sa surface externe, la valve est parcourue par des stries dirigées à peu près parallèlement au bord postérieur. Sur la spore examinée par la suture, le rebord sutural des deux valves, vu de champ, forme une pointe assez aiguë ; de même le prolongement postérieur de ce rebord ; les stries révèlent l'aspect représenté fig. 11 : en contournant la valve, elles donnent l'image de petites épines.

Quatre capsules à la petite extrémité.

Les filaments de la partie postérieure sont d'une observation assez délicate et exigent l'emploi d'un fort grossissement. Leur présence m'a semblé constante dans les spores encore enfermées dans l'enveloppe de la sphère primitive ; dans celles qu'on trouve libres dans la bile, ils ont le plus souvent disparu.

Il existe des différences considérables au point de vue de la striation de l'enveloppe, qui peut être plus ou moins accentuée : l'origine de l'aspect épineux de la partie postérieure des valves, vues de profil, peut alors quelquefois devenir difficile à reconnaître.

D'après ce que j'ai pu observer, il s'agit là de différences individuelles entre les spores et la constitution d'une espèce particulière, *Chl. incisum* Gurley, basée sur le développement plus marqué de ces sortes d'encoches, ne me semble pas suffisamment motivée.

2. *Chloromyxum fluviatile* (THÉL.)

(Pl. VII, fig. 21, 22)

THÉLOHAN. (1892).

Habitat : Vésicule biliaire de la Chevaine (*Squalius cephalus*) (Paris).

Myxosporidies jeunes, incolores ; plus tard elles prennent une teinte jaunâtre qui semble appartenir au protoplasma lui-même et ne réside pas dans des corpuscules spéciaux.

Forme très variable d'un instant à l'autre (fig. 21-22) atteignant 25-30 μ de grand diamètre.

Pseudopodes lobés sans situation fixe.

Polysporée. — Spores sphériques assez petites, 7-8 μ de diamètre ; rebord sutural avec de petites gaufres souvent peu visibles.

3. *Chloromyxum incisum* (GURLEY).

Découverte par LIEBERKÜHN (p. 352, Pl. XIV, fig. 56). GURLEY (1893 ; p. 449).

Myxosporidie sphérique ou ellipsoïde rarement irrégulière, atteignant 75 μ .

Spore en forme d'ovale arrondi, extrémité antérieure pointue. Longueur max. 8 μ .

4. *Chloromyxum caudatum* (nov. sp.).

(Pl. VII, fig. 36).

Habitat : Vésicule biliaire de *Triton cristatus* (Environs de Rennes).

Myxosporidie jaunâtre, finement granuleuse, pseudopodes lobés.

Spore avec une partie antérieure renflée, ovalaire, renfermant 4 capsules à la petite extrémité ; un appendice postérieur de l'enveloppe comme chez les *Heneguya*, parfois bifurqué.

Dimensions : longueur totale 18 μ . partie antérieure 8 μ . — Queue 10 μ , largeur max. 6-7 μ .

5. *Chloromyxum quadratum* (nov. sp.).

(Pl. IX, fig. 100).

Habitat : Découvert par PEKELHARING et signalé par L. PFEIFFER (5; p. 111.— 7; p. 81), dans les muscles de *Syngnathus acus* et *Caranx trachurus*. — Se trouve aussi dans les muscles de *Entelurus aequoreus*, *Callionymus lyra* (Roscoff, Concarneau), *Julis vulgaris* (Marseille).

Spore de forme très particulière ; elles se rapprochent de la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire mais les arêtes sont courbes.

Il y a une sorte de base quadrangulaire à angles arrondis et à côtés concaves ; à l'extrémité opposée : 4 capsules polaires. (v. fig. 100, *a*, *b*, *c*.)

Dimensions : Hauteur 6 μ . Largeur 5 μ . Filaments 8-10 μ .

6. *Chloromyxum diploxys* (GURLEY).

Cystodiscus diploxys (GURLEY).

Habitat : *Pyrallis viridana* (BALBIANI, 3).

La Myxosporidie signalée par M. BALBIANI, chez la *Pyrallis viridana*, doit rentrer dans le genre *Chloromyxum*, tel que nous l'avons défini.

Spores de forme elliptique légèrement aplatie ; 4 capsules disposées par paires aux deux bouts du corpuscule (BALBIANI).

Il n'y a, me semble-t-il, aucune raison de placer ici, comme l'a fait M. GURLEY, le *Myxosporidium congrei* de PERUGIA, étant donné que ce dernier auteur n'a pas vu la spore de cet organisme.

III. MYXOBOLIDÉES.

Myxosporidies presque toujours parasites des tissus. Polysporées ; spores renfermant le plus souvent 2 capsules polaires, parfois une seule, et caractérisées par la présence dans leur protoplasma d'une vacuole à contenu colorable en rouge brun par l'iode.

Spores à enveloppe	{	munie d'un prolongement caudal ; 2 capsules.	<i>Henneguya</i> .
		sans prolongement, en forme d'ovoïde ou d'ellipsoïde aplati, 1-2 capsules.	<i>Myxobolus</i> .

I. *MYXOBOLUS* (BUTSCHLI).

Spores en forme d'ovoïde ou d'ellipsoïde aplati ; comparables à des spores de *Sphaerospora* comprimées parallèlement au plan de la suture ; une ou deux capsules polaires : une vacuole à contenu colorable par l'iode.

A. *Une seule capsule polaire.*1. *Myxobolus piriformis* (THÉL.).

(Pl. IX, fig. 116, 117).

Habitat : Branchies, rate, rein de la Tanche.

Signalée pour la première fois par REMAK (p. 115, Pl. v. fig. 5 et 7) étudiée surtout depuis par M. BALBIANI.

Les kystes branchiaux de cette espèce se reconnaissent à leur minceur : ils forment de petites stries filiformes et non des tumeurs sphériques comme le *M. ellipsoïdes*.

Spores allongées, en forme d'ovoïde aplati, petite extrémité très atténuée ; une seule capsule située à la petite extrémité.

Longueur 16-18 μ . largeur max. 7-8 μ . Filament 30 μ .

B. *Deux capsules polaires inégales.*2. *Myxobolus dispar* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 86).

Habitat : Branchies de la Carpe ; rate, muscles du Gardon.

Spores à contour ellipsoïdal ou un peu ovalaire ; rebord sutural présentant souvent quelques gaufrures (3-5) mais bien moins marquées que dans le *M. Mülleri* et non constantes.

Capsules inégales : l'une d'elles est toujours plus longue et plus grosse ; le filament se voit nettement dans cette dernière. Vacuole assez difficile à colorer par l'iode.

Dimensions : longueur 10-12 μ , largeur 8 μ . Capsules 7 μ et 5 μ .

*C. Deux capsules égales.***3. Myxobolus Mülleri** (BÜTSCHLI).

(Pl. VII, fig. 33, Pl. IX; fig. 95-97).

M. Mülleri (BÜTSCHLI; 1882).

Habitat : Nageoires et branchies de *Squalius cephalus*, rein et ovaire de *Phoxinus phoxinus*, œil de *Crenilabrus melops* (Roscoff.)

Spores : valves à contour assez variable, souvent presque circulaire, l'extrémité où se trouvent les capsules n'étant que peu ou pas atténuée ; outre les capsules, un petit appendice triangulaire des valves faisant saillie dans la cavité.

Rebord sutural assez large, offrant des espèces de gaufrures au niveau duquel il est soulevé, de sorte qu'il y a dans ces points, entre les rebords des deux valves, un petit espace vide triangulaire à sommet dirigé vers l'extérieur : cette espèce de soulèvement se continue à une certaine distance sur la valve elle-même (fig. 96).

En observant ces détails de structure, on pourrait se demander s'il ne s'agit pas d'épaississements de l'enveloppe : je crois qu'il s'agit de soulèvements tels que je viens de les décrire. Ces petites cavités communiquent-elles avec celle de la spore ? en tout cas le protoplasma ne semble pas y pénétrer.

Capsules assez volumineuses ; filament souvent visible à l'état frais ; vacuole grande, à contours souvent irréguliers.

Dimensions : longueur 10-12 μ ; largeur (à plat) 9-11 μ . Capsules, longueur 5 μ .

4. Myxobolus exiguus (nov. sp.)

(Pl. IX; fig. 98.)

Habitat : Branchies de la Brème (*Abramis brama*). Parois de l'estomac et des cœcums pyloriques, rate, rein de *Mugil chelo*, *M. capito* (Le Vivier-sur-mer, Marseille, Banyuls.)

Malgré la différence de leur habitat, je ne vois pas de raison pour séparer ces parasites dont les spores sont identiques.

Spores petites, en forme d'ovoïde aplati, l'extrémité antérieure plus ou moins atténuée. Le rebord sutural présente quelques petits plissements mais beaucoup plus étroits et moins marqués que dans l'espèce précédente ; un petit appendice triangulaire entre les capsules.

La vacuole du protoplasma est assez difficile à mettre en évidence par l'iode : on y réussit mieux sur des spores traitées d'abord par l'acide osmique.

Dimensions : longueur 8-9 μ , largeur 6-7 μ . Filaments, 15 μ , sortent par la potasse.

5. *Myxobolus Pfeifferi* (nov. sp.)

(Pl. VIII, fig. 65-78).

Habitat : *Barbus fluviatilis* : dont il peut infester à peu près tous les organes, muscles, tissu conjonctif de l'intestin, du rein, de la rate, ovaire, etc.

Spores petites, ovoïdes. Le rebord sutural présente quelques petits plissements. Un petit appendice triangulaire entre les capsules ; petits globules graisseux autour des capsules.

Dimensions : longueur 12 μ ; largeur 10 μ .

6. *Myxobolus ellipsoides* (THÉL.).

(Pl. IX, fig. 112-115).

M. ellipsoides, THÉLOHAN (1892).

Habitat : Tissu conjonctif de la vessie natatoire, des branchies, du rein, de la rate, du foie de la Tanche (*Tinca vulgaris*).

Semble avoir été vue pour la première fois par REMAK, dans la rate et le rein.

Etudiée surtout par M. BALBIANI.

Spores en forme d'ellipsoïde aplati, assez allongées ; contour des valves ellipsoïdal ; la plupart du temps l'extrémité où sont les capsules ne présente pas d'atténuation sensible. Rebord sutural sans gaufrures, pas très large ; pas d'appendice triangulaire entre les capsules ; celles-ci assez petites (4 μ).

La forme des spores est sujette à quelques variations : le rapport de la longueur à la largeur n'est pas absolument constant ; cependant on les reconnaît facilement à leur forme allongée, avec les deux extrémités presque toujours semblables.

Noyaux des cellules capsulogènes persistant toujours.

Les spores monstueuses sont très fréquentes.

Dimensions : longueur 12-14 μ , largeur 9-11 μ ; capsules : 4 μ .

Le *Myxobolus bicostatus* GURLEY ne saurait être considéré comme représentant un type spécifique distinct du précédent. La distinction de cette espèce, créée par l'auteur, d'après une figure de BÜTSCHLI (4), est basée sur l'existence de deux côtes que présente l'enveloppe : il ne s'agit là que de plissements se montrant accidentellement sur quelques spores, alors qu'ils manquent dans la généralité de ces éléments développés dans le même kyste, ainsi que j'ai pu m'en assurer maintes fois.

7. *Myxobolus oviformis* (THÉL.).

(Pl. ix, fig. 79-81).

Habitat : Nageoires, rein, rate, du Goujon (*Gobio fluviatilis*).

Spores en forme d'ovoïde aplati : contour des valves ovulaire, l'extrémité où se trouvent les capsules étant très notablement atténuée (fig. 81). Rebord sutural lisse. Capsules présentant des dimensions relativement considérables (6 μ). Ce dernier caractère, joint à l'atténuation de l'extrémité antérieure, rend cette espèce facile à reconnaître.

Dimensions des spores : longueur 10-12 μ ; largeur max. 9 μ ; capsules 6 μ .

8. *Myxobolus Lintoni* (GURLEY).

LINTON (2 ; 1891).

M. Lintoni, GURLEY (1893).

Habitat : Tissu conjonctif sous-cutané de *Cyprinodon variegatus*.

Spore lenticulaire, à contour elliptique.

Dimensions : longueur 13 μ 9 ; largeur 11 μ ; épaisseur 8 μ . 2 capsules égales (LINTON).

9. *Myxobolus globosus* (GURLEY).

M. globosus, GURLEY (1893 ; p. 415).

Habitat : Lamelles branchiales d'*Erimyzon sucetta* Lac., Kinston N. C. Columbia, s. c. Rivières tributaires du Fox River, Miss. (Collections U. S. National Museum).

Spore globuleuse ; longueur 7-8 μ , largeur 6 μ , épaisseur 5 μ .

***Myxobolus ? transovalis* (GURLEY).**

M. transovalis, GURLEY (1893 ; p. 415).

Habitat : Cavité et face inférieure des écailles de *Phoxinus phoxinus*, provenant d'un affluent du Potomac.

Spore elliptique à grand axe transversal ; longueur 6 μ , quelquefois 7 ; largeur 8 μ .

Il n'est pas démontré qu'il s'agisse bien d'un *Myxobolus* : M. GURLEY dit : « vacuole *probably* present. »

II. *HENNEGUYA* (THÉL.).

THÉLOHAN (1892).

J'ai dédié ce genre à mon excellent maître et ami M. le D^r HENNEGUY, comme un témoignage d'affectueuse gratitude.

Il comprend les Myxosporidies chez lesquelles l'enveloppe de la spore se prolonge en arrière en une sorte de queue qui leur donne une vague ressemblance avec un spermatozoïde. J. MÜLLER, qui avait observé le premier ces spores, leur avait donné le nom de Psorospermies.

La partie antérieure est ovoïde, plus ou moins globuleuse ; à l'extrémité amincie se trouvent deux capsules polaires. La queue est formée par la superposition d'un appendice du rebord sutural des deux valves ; comme l'avait déjà vu MÜLLER, la cavité de la spore n'y pénètre jamais.

Parfois, la superposition des prolongements des deux valves ne se fait pas exactement sur toute leur longueur : la queue paraît alors fourchue : ce fait, signalé déjà par MÜLLER, est d'ailleurs tout à fait accidentel.

Les capsules sont piriformes, plus allongées et plus étroites que dans les *Myxobolus* ; il est presque impossible d'y distinguer un col et une partie renflée.

Vacuole à contenu colorable par l'iode dans le protoplasma ; quelques petits globules graisseux entre les capsules et dans le plasma.

1. Henneguya psorospermica (THÉL.)

(Pl. VII, fig. 34; Pl. IX, fig. 82-84).

MÜLLER?

Henneguya psorospermica, THÉLOHAN (1892).

Habitat: Branchies du Brochet (*Esox lucius*) et de la Perche (*Perca fluviatilis*); muscles de l'œil du Brochet (MÜLLER); ovaire du Brochet (WELTNER).

J'avais donné à cette espèce le nom de *H. psorospermica*, pensant que c'étaient ses spores qui avaient été observées par MÜLLER dans les muscles de l'œil du Brochet et qu'il avait désignées sous le nom de Psorospermies.

Peut-être s'agit-il en réalité d'un organisme différent; dans les figures données par MÜLLER, la partie antérieure de la spore est plus renflée, la queue est plus longue, etc. Il pourrait donc se faire que le nom de Psorospermies ait été appliqué à une autre espèce que je n'ai pas eu la chance de retrouver.

H. psorospermica. — Spores allongées, partie antérieure fusiforme; extrémité capsulaire des valves obtuse; capsules allongées, presque parallèles; filament souvent visible à l'état frais; enveloppe non striée.

Dimensions: longueur totale 40 μ en moyenne, la longueur de la queue est approximativement la même que celle de la partie antérieure; largeur max. 7 μ ; longueur des capsules 7-8 μ .

2. Henneguya media (THÉL.)

(Pl. VII, fig. 20).

H. media, THÉLOHAN (1892).

Habitat. Tubes du rein et ovaire de l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus*) et de l'Épinochette (*G. pungitius*).

Spores: forme identique à celles de l'espèce précédente; extrémité antérieure un peu plus aiguë; enveloppe striée *longitudinalement*.

Dimensions: longueur totale: 20-24 μ , largeur max. 5-6 μ ; capsules 4-5 μ .

3. *Henneguya brevis* (THÉL).

H. brevis THÉLOHAN (1892).

Habitat : id. que le précédant.

Spores : partie antérieure fusiforme ; queue très courte, souvent terminée par un petit renflement en forme de bouton.

Dimensions ; long. totale : 14-15 μ , longueur de la queue 4-5 μ , largeur max. 5-6 μ ; capsules 4-5 μ .

4. *Henneguya macrura* (GURLEY).

Myxobolus macrurus (GURLEY, 1893 ; p. 416).

Habitat : Kystes dans le tissu conjonctif sous-cutané d'une partie de la tête (spécialement la surface inférieure de la mâchoire) de l'*Hybognathus nuchalis*. Ag. — Neches River, Texas.

Spore : corps elliptique et arrondi : longueur, 10-11 μ ; largeur, 6-8 μ ; épaisseur, 4 μ .

Valve supérieure (?) plus convexe que l'inférieure. Queue longue de 30-40 μ , se séparant complètement du corps sous l'action de l'eau iodée ; son extrémité postérieure atténuée est fréquemment brisée. 2 capsules égales. Une vacuole. (GURLEY).

Dans mon *essai de Classification*, j'avais indiqué que la *Myxosporidie* trouvée par RYDER, chez l'*Aphredoderus savanus*, constitue probablement une espèce de g. *Henneguya*, M. GURLEY en a fait le *Myxobolus monurus* ; il me semble un peu prématuré d'imposer une dénomination spécifique à ce parasite pour lequel les dimensions de la spore ne sont pas connues.

D'autres espèces de *Myxobolus* sont encore énumérées par M. GURLEY (*M. strongilurus*, *linearis*, *oblongus*, *inequalis*, *unicapsulatus*, etc.).

Ces créations d'espèces, basées seulement sur les figures et les descriptions le plus souvent très incomplètes de différents auteurs (MÜLLER, CREPLIN, etc.), me paraissent plutôt de nature à embrouiller l'histoire de nos parasites. Je n'en reproduis pas ici la description, préférant me borner à énumérer les formes qui sont suffisamment connues et que l'on peut caractériser avec assez de précision, pour permettre de les reconnaître sans trop de difficultés.

IV. GLUGÉIDÉES.

Spores ordinairement d'assez petite taille, ovoïdes, avec une vacuole claire à la grosse extrémité ; à l'extrémité opposée, se trouve une capsule polaire, le plus souvent complètement invisible à l'état frais.

La division de l'enveloppe en deux valves est très difficile à apercevoir. Cependant je l'ai constatée de la façon la plus nette chez *Thelohania Giardi*. Ce fait, joint à la petite ligne longitudinale sombre que l'on voit souvent sur la spore de différentes espèces et qui ressemble tout à fait à une ligne de suture, me semble suffisant pour que l'on puisse admettre dans l'enveloppe de ces spores la même structure que chez les autres Myxosporidiés.

Cette famille est peut-être la plus naturelle de toutes : les caractères de la spore offrent, dans toutes les espèces, une remarquable uniformité et ne présentent que des variations tout à fait secondaires.

Comme on l'a vu, j'ai été le premier à reconnaître la véritable nature de ces organismes, en démontrant l'existence dans leurs spores, d'une capsule à filament ; la même constatation faite chez les spores des Microsporidiés, m'a permis de faire rentrer celles-ci dans les Myxosporidiés, à côté des *Glugea* dont elles se rapprochent absolument par l'ensemble de leurs caractères.

GLUGÉIDÉES	{	libres ou parasites des tissus ; spores se formant dans des sporoblastes différenciés au sein du protoplasma comme chez les autres Myxosporidiés.	1. <i>Glugea</i>
		Toujours parasites des tissus ; se montrant sous forme de petites vésicules entourées (1) d'une membrane et renfermant des spores en nombre.	2. <i>Pleistophora</i>
		(8)	3. <i>Thelohania</i>

(1) Pour la signification morphologique de ces éléments, V. plus haut p. 284.

I. *GLUGEA* (THÉL.).

J'ai dédié ce genre à M. le professeur GLUGE, qui a fait la première observation relative aux Myxosporidies, en découvrant une espèce de ce genre.

Myxosporidies généralement parasites des tissus (une seule exception, *Gl. Marionis*). Spores se formant en grand nombre dans des sporoblastes différenciés au sein de l'endoplasma; ovoïdes, une vacuole claire à la grosse extrémité; capsule invisible à l'état frais; filament très long.

Pour plus de clarté, on peut diviser ce genre en trois sections.

1° Spores ovoïdes, assez courtes, largeur contenue 1 fois $1/2$ dans la longueur; extrémité antérieure très peu atténuée: type: *Gl. microspora*.

2° Id., extrémité antérieure très atténuée, pointue: type: *Gl. acuta*.

3° Spores en forme d'ovoïde très allongé, largeur contenue 2 fois $1/2$ dans la longueur: type *Gl. Marionis*.

1^{re} section.1. *Glugea microspora* (THÉL.)

(Pl. IX, fig. 138-142).

GLUGE (1; 1838).

J. MÜLLER (1841; p. 491).

LIEBERKÜHN (1854; p. 9, p. 354).

MONIEZ: *Nosema anomala* (1887).

THÉLOHAN: *Glugea microspora* (5; 1891).

Habitat: Tissu conjonctif sous-cutané, cornée de *Gasterosteus aculeatus* et *G. pungitius*; je l'ai trouvée une fois dans l'ovaire. Tissu conjonctif de *Gobius minutus* (HENNEGUY).

Myxosporidie formant des kystes ordinairement à peu près sphériques; à la périphérie, une sorte de membrane finement fibrillaire qui semble représenter l'ectoplasma.

Spores: ovoïdes, petite extrémité peu atténuée; filament très long sortant par l'eau iodée.

Dimensions: longueur en moyenne, 4-4,5 μ ; largeur, 3 μ ; filament 30-35 μ .

2. *Glugea punctifera* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 118-119).

Habitat : Tissu conjonctif des muscles de l'œil du *Gadus pollachius*.
(Concarneau).

Spore ovoïde, un peu plus grosse que dans l'espèce précédente, mais de forme identique ; dans la vacuole de l'extrémité postérieure, un petit globule très fortement réfringent, de nature indéterminée.

Dimensions : longueur 4-5 μ , largeur 3 μ .

3. *Glugea destruens* (THÉL.).

(Pl. IX, fig. 120-122)

THÉLOHAN (5 ; 1891).

Habitat : Muscles du *Callionymus lyra* dont elle amène la dégénérescence (Concarneau, Roscoff).

Spore : longueur 3-3,5 μ ; largeur 2-2,5 μ .

4. *Glugea ovoidea* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 131.)

Habitat : Foie de *Motella tricirrata* (Roscoff) et de *Cepola rubescens* (Marseille, Banyuls). Forme de petites taches blanches de 1^{mm} à 1^{mm},5 de diamètre à la surface de l'organe et dans la profondeur du tissu

Spore très petite, longueur ; 2,5 μ , largeur 1,5 μ .

5. *Glugea bombycis*.

(Pl. IX, fig. 145).

Habitat : Agent pathogène de la pébrine des Vers à soie.

Je crois inutile d'indiquer ici les innombrables travaux relatifs à cet organisme ; on trouvera cette bibliographie très complète dans l'ouvrage de M. PASTEUR : *Études sur les maladies des vers à soie* ;

dans les *Leçons sur les Sporozoaires* de M. BALBIANI; et surtout dans la *Bibliotheca zoologica* II de TASCHENBERG, 7^e livraison p. 2135 et suiv.

On sait que cette espèce était considérée comme le type d'un groupe particulier de Sporozoaires, les Microsporidies. En trouvant le moyen de démontrer dans ses spores la présence d'une capsule à filament, j'ai fait voir qu'il s'agissait en réalité d'une Glugéidée.

Je ne suis malheureusement arrivé à ce résultat qu'au moment où ce mémoire était déjà fort avancé, de sorte que le temps m'a manqué pour pousser mes recherches de ce côté; d'après les observations publiées relativement à la présence de Microsporidies chez les Invertébrés, il est indubitable qu'il doit y exister un nombre assez considérable d'espèces différentes. Il y aurait évidemment lieu de reprendre leur étude et de s'attacher à une description méthodique de leurs caractères; mais je suis obligé de remettre ce travail à une date ultérieure, et de me contenter ici d'indiquer la place que doivent occuper les Microsporidies parmi les Glugéidées.

Glugea bombycis. — Spores: longueur 3 μ ; largeur 1,5 à 2 μ ; sous l'influence de l'acide nitrique: longueur 6 μ , largeur 3 à 3,5 μ ; filament 10-15 μ .

2^e Section.

6. *Glugea acuta* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 132).

Habitat: Tissu conjonctif des muscles de la nageoire dorsale chez *Syngnathus acus* et *Entelurus aequoreus*; se trouve souvent côte à côte avec *Chl. quadratum*; forme des tumeurs plus allongées, moins volumineuses que ce dernier.

Spore ovoïde avec la grosse extrémité très renflée, la petite très atténuée et pointue; l'eau iodée fait apparaître la capsule, mais ne provoque pas la sortie du filament, non plus que l'éther.

Dimensions: longueur 5 μ ; largeur 3 à 3,5 μ .

7. *Glugea cordis* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 130).

Habitat : Tissu conjonctif et peut-être fibres musculaires du cœur de la Sardine (*Alosa sardina*) Marseille. Forme des taches blanches irrégulières occupant surtout la face antérieure du ventricule.

Spore ovoïde, petite extrémité très pointue ; la capsule apparaît nettement par l'acide nitrique.

Longueur 3 à 3,5 μ ; largeur 2 μ .

8. *Glugea gigantea* (nov. sp.)

(Pl. IX, fig. 143-144).

Habitat : *Crenilabrus melops* (Roscoff). Dans le seul cas où je l'aie observé, ce parasite avait amené la formation d'une énorme tumeur occupant presque toute la cavité abdominale et qui semblait avoir débuté dans le tissu conjonctif du rein.

(V. plus haut p. 164.)

Spore ovoïde à extrémité antérieure très atténuée.

Dimensions : longueur 7-8 μ ; largeur 5 μ ; après traitement par l'acide nitrique (fig. 144), longueur 12 μ ; largeur 10 μ .

9. *Glugea bryozoides* (KOROTNEFF).

Myxosporidium bryozoides (KOROTNEFF, 1890).

Habitat : *Alcyonella fungosa* : les premières phases du développement s'accomplissent dans les spermatoblastes ; plus tard Myxosporidies libres dans la cavité générale.

Myxosporidies de volume variable, mesurant de 0^{mm},02 à 0^{mm},2 de diamètre ; les plus petites arrondies, les plus grosses ovales ou lobées ; pseudo-podes lobés.

Spores ayant la forme d'un ovale allongé, l'une des extrémités est très effilée, l'autre arrondie ; cette dernière présente souvent une vacuole ; à l'extrémité effilée on observe parfois un point brillant qui semble répondre à une capsule.

Dimensions : longueur 10 μ environ ; largeur 6 μ . (KOROTNEFF).

3^e Section.10. *Glugea Marionis* (nov. sp.)

(Pl. VII, fig. 14-15).

Habitat: Vésicule biliaire des Girelles (*Julis vulgaris* et *J. Giofredi*) (Marseille).

Cette espèce est intéressante en ce que c'est avec la *Gl. bryozoides* la seule Glugéidée que l'on ait jusqu'ici observée vivant en liberté dans des cavités organiques.

Je l'ai trouvé, en 1893, pendant mon séjour à la station maritime d'Endoume. Je la dédie à M. le professeur MARION, comme un faible témoignage de ma gratitude, pour la bienveillante libéralité avec laquelle il avait mis à ma disposition toutes les ressources de son Laboratoire.

Myxosporidie assez polymorphe, surtout à l'état non sporifère : on trouve assez fréquemment des individus en forme de massue avec pseudopodes lobés, localisés à l'extrémité antérieure. La plupart des individus, surtout ceux qui renferment des spores, sont à peu près sphériques ou un peu aplatis en disques (fig. 14) ; pseudopodes lobés, assez courts, disséminés ; endoplasma renfermant presque toujours de petits globules jaunes.

Le diamètre pour les formes arrondies est en moyenne de 40 à 55 μ .

Spores: en forme d'ovoïde très allongé ; très peu atténuées en avant ; la largeur est comprise deux fois et demie dans la longueur.

Dimensions : longueur 8 μ ; largeur 3 μ .

11. *Glugea depressa* (nov. sp.)

(Pl IX, fig. 129).

Habitat : Foie de *Julis vulgaris*; forme à la surface de l'organe de très petites taches blanches (Marseille).

Spore: ovoïde allongé, rappelant celle des espèces précédentes, mais plus petite; à la petite extrémité on voit souvent un globule réfringent répondant à la capsule.

Dimensions : longueur 4,5 à 5 μ , largeur 1,5 à 2 μ .

II. *PLEISTOPHORA* (GURLEY).

Myxosporidies se montrant sous forme de petites vésicules sphériques, pourvues d'une enveloppe mince à double contour et produisant des spores en nombre considérable et non constant.

Ces petites sphères semblent représenter autant d'individus distincts.

Pleistophora typicalis (GURLEY).

(Pl. IX, fig. 133-137).

THÉLOHAN (2 ; 1890).

GURLEY (1893).

Habitat : muscles de *Cottus bubalis*, *C. scorpius* (Concarneau, Roscoff) *Bleinnius pholis* (Roscoff) *Gasterosteus pungitius*. (Rennes).

Se développe à l'intérieur des faisceaux primitifs dont le volume se trouve augmenté ; les vésicules sphériques sont logées entre les fibrilles qu'elles écartent et dissocient ; pas de dégénérescence.

Dimensions des vésicules sphériques : 25-35 μ de diamètre.

Spores nombreuses ; en nombre inconstant.

Dimensions : longueur 5 μ ; largeur 3 μ .

Filament très long ; sort par l'action de l'eau iodée, longueur 65-75 μ (fig. 136).

III. *THELOHANIA* (HENNEGUY).

M. HENNEGUY, à qui est due la première observation de ces parasites, a bien voulu me dédier ce genre : je le prie de recevoir mes meilleurs remerciements.

Myxosporidies très voisines des précédentes : petites vésicules, sphériques ou fusiformes, renfermant huit spores.

1. **Thelohania octospora** (HENNEGUY).

(Pl. IX, fig. 128).

HENNEGUY (1 ; 1888).

HENNEGUY et THÉLOHAN (1 ; 1892).

Habitat : Muscles de *Palæmon rectirostris* (marais salants du Croisic) *P. serratus* (Roscoff).

Vésicules sphériques : diamètre 10 μ . Huit spores, sans disposition fixe, n'occupant pas complètement la cavité de la vésicule ; enveloppe non striée ; Filament très long ; sortant par l'éther.

Dimensions : longueur 3-4 μ ; filament : 40-50 μ .

2. *Thelohania Giardi* (HENNEGUY).

(Pl. IX, fig. 125-127.)

HENNEGUY et THÉLOHAN (1 ; 1892).

Habitat : Muscles du *Crangon vulgaris*. Nous n'avons eu à notre disposition qu'un seul exemplaire infesté, provenant de Wimereux-sur-mer et que nous devons à l'amabilité de M. le professeur A. GIARD.

Vésicules sphériques, dont l'enveloppe, quand on les examine en coupe optique présente deux épaississements très nets (fig. 124, a).

Huit spores : ovoïdes ; extrémité antérieure très pointue, enveloppe striée longitudinalement. J'ai constaté nettement l'existence de deux valves. Filament ne sortant pas par l'éther ; l'acide nitrique provoque sa sortie chez quelques exemplaires.

Dimensions : vésicules : diamètre 14 μ ; spores : longueur 5-6 μ ; filament 15-20 μ .

3. *Thelohania Contejeani* (HENNEGUY)

THÉLOHAN et HENNEGUY (4 ; 1892).

Habitat : Muscles de l'Écrevisse (*Astacus fluviatilis*) Doubs (CONTEJEAN) environs de Lyon (RAPH. DUBOIS).

Vésicules sphériques ; environ 8 μ de diamètre.

Spore : longueur 2-3 μ .

4. *Thelohania macrocystis* (GURLEY).

Habitat : Muscles du *Palæmonetes varians* provenant des environs de Vérone (GARBINI).

Vésicules en forme de fuseau allongé.

Huit spores piriformes.

Comme on le voit, les renseignements que nous possédons sur ce parasite se réduisent à bien peu de chose ; l'existence d'une capsule n'a pas été démontrée ; GARBINI n'indique pas les dimensions des vésicules et des spores ; cependant, en raison des rapports évidents qu'il présente avec les organismes précédents, la création de l'espèce proposée par M. GURLEY semble absolument justifiée.

APPENDICE

AFFINITÉS RÉCIPROQUES DES MYXOSPORIDIES (1).

On sait que les Myxosporidies produisent en général un très grand nombre de spores. Il y a cependant, parmi les espèces qui se présentent sous forme de corps amiboïdes libres dans la vessie urinaire ou la vésicule biliaire des Poissons, quelques exceptions remarquables sur lesquelles je désire attirer l'attention.

J'ai déjà eu l'occasion de signaler (8) plusieurs espèces de ces parasites, chez lesquelles le nombre des spores se montre constamment réduit à deux. J'ai pu, depuis, constater la même particularité dans un assez grand nombre de formes nouvelles que j'ai observées dans la vésicule biliaire de certains Poissons de la Méditerranée (2).

Toutes ces Myxosporidies à deux spores appartiennent à la famille des *Myxidiées*, telle que je l'ai caractérisée dans mon *Essai de classification* (7) de ces organismes. Je n'entreprendrai pas ici la description de ces espèces; je ferai seulement remarquer que la plupart rentrent nettement dans le genre *Ceratomyxa*, tandis que les autres, par des modifications successives dans la forme des spores, établissent la transition entre ce dernier genre et les *Sphaerospora*. Celles-ci, à leur tour, relient les espèces *disporées* aux *polysporées*, en même temps qu'au point de vue de l'habitat elles constituent le passage entre les formes libres et celles qui se développent dans l'épaisseur des tissus.

(1) Note parue dans les Comptes-rendus de l'Académie des sciences, le 19 fév. 1894.

(2) Ces observations ont été faites dans les laboratoires maritimes de MM. les professeurs de LACAZE-DUTHIERS, MARION et KOROTNEFF, à qui je suis heureux d'adresser ici mes respectueux remerciements pour la bienveillante hospitalité qu'ils ont bien voulu m'accorder.

Il n'y a donc pas une séparation absolue entre les autres Myxosporidies et les espèces qui ne produisent que deux spores.

Il faut remarquer que ces dernières vivent toutes à l'état de corps amiboïdes libres dans le liquide biliaire. De plus, ce sont elles qui présentent la motilité la plus grande, grâce à l'existence de pseudopodes très spéciaux, dont j'ai déjà signalés les particularités de forme et de dimensions ainsi que la localisation en une région déterminée.

En somme, on peut dire que ces Myxosporidies pourvues de pseudopodes localisés et à mouvements rapides représentent, parmi ces parasites, les types les plus élevés en organisation. Nous avons vu qu'au point de vue morphologique elles se relient aux autres par une série d'intermédiaires.

Mais il ne suffit pas d'avoir constaté ces faits et la question se pose de savoir comment on doit interpréter les caractères qu'elles présentent. Faut-il les considérer comme des formes perfectionnées dérivant des formes inférieures, ou, au contraire, doit-on les regarder comme représentant le type primitif des Myxosporidies, les autres, et en particulier celles qui vivent au sein des tissus, n'étant que des formes dégradées par un parasitisme plus accentué et pour ainsi dire plus intime?

Pour moi, je me rangerais volontiers à cette dernière manière de voir. Ne pouvant aborder ici la discussion des arguments que l'on peut invoquer pour l'appuyer, j'indiquerai seulement l'une des considérations qui me semblent avoir à cet égard la plus grande valeur.

On a vu que, chez les Myxosporidies qui présentent l'organisation la plus élevée, le nombre des spores est réduit à deux. Au contraire, le nombre de ces éléments s'accroît à mesure que l'on observe des formes plus dégradées, pour arriver à celles qui vivent dans l'épaisseur des tissus et chez lesquelles la quantité des spores est véritablement prodigieuse.

Or l'exagération du nombre des corps reproducteurs constitue, comme on le sait, un des attributs les plus constants du parasitisme.

Les Myxosporidies chez lesquelles on observe cette énorme production de spores étant par ailleurs inférieures aux autres au point de vue de leur organisation, et, d'un autre côté, leur siège au sein des tissus donnant à leur parasitisme un caractère plus accentué, il me semble très plausible d'admettre qu'elles représentent des formes

dégradées par ce mode d'existence spécial, et que cette dégradation s'est traduite par la perte de certains caractères des formes libres et par l'aptitude à la formation de spores plus nombreuses.

Je ne puis m'étendre davantage sur ce sujet : j'ai voulu seulement attirer l'attention sur ce point de l'histoire de ces organismes, dont l'étude me semble offrir un certain intérêt, en raison de l'importance que présenterait la solution de ce problème au point de vue de la détermination des affinités des Myxosporidies, qui sont encore extrêmement obscures.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

BALBIANI, E.-G. — 1. *Sur l'organisation et la nature des psorospermies*; Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 1863, LVII, pp. 157-161; Gaz. Méd. de Paris, 1864, XIX, p. 146.

2. *Recherches sur les corpuscules de la pébrine et sur leur mode de propagation*; Journ. Anat. et Physiol. Paris, 1866, III, pp. 599-604; Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 1866, LXIII, pp. 383-391.

3. *Etude sur les maladies psorospermiques des vers à soie*; Journ. Anat. et Physiol. Paris, 1867, IV, pp. 263-276, pl. XII; Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, LXIV, pp. 574-578, 691-694, 1045-1049.

4. *Myxosporidies, ou Psorospermies des Poissons*; Journ. de Microgr.; 1883, VII, pp. 143-147, 197-204, 270-281.

5. *Leçons sur les Sporozoaires*, Paris, 1884; *Les Myxosporidies*, pp. 120-149, pl. IV.

BEDOT, M. — *Recherches sur les cellules urticantes (Vellèles et Physalies)*. Recueil zoologique Suisse, 1888.

BESSELS, O.-E. — *On the Psorosperms of Perca fluviatilis*; Tageblatt d. 41 Versammlung deutsch Naturf. u. Aerzte in Frankfurt a. M., 1867, pp. 71-72.

BÜTSCHI, O. — 1. *Myxosporidia*; Zoolog. Jahresber. für 1880 (1881), I, pp. 162-164.

2. *Beitrag zur Kenntniss der Fischpsorospermien*; Zeitsch. f. wissensch. Zool. 1881, XXXV, pp. 629-651, pl. 31.

3. Biol. Centralblatt, 1881.

4. *Myxosporidia* ; Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thier-Reichs, 1882, I, pp. 561, 590-603, pl. 38.

CREPLIN, J.-C.-L. — *Beschreibung d. Psorospermien des Kaulbarsches, nebst einigen Bemerkungen über die der Plötze* ; Wiegmann's Arch. f. Naturgesch., 1842, Jhg. VIII, I, pp. 61-66.

DANILEWSKY, B. — *Über die Myoparasiten der Amphibien und Reptilien*. Centr. f. Bakteriologie und Parasitenkunde, 1891.

DUBOIS, R. — *Recherches de pathologie comparée sur la peste des Écrevisses*. C. R. de la Société de Biologie, 17 février 1893.

DUJARDIN, F. — *Histoire Naturelle des Helminthes*. Paris, 1845. pp. 643-645.

GABRIEL, B. — *Über die in d. Harnblase d. Hechtes sich findenden parasitischen Gebilde*, Jahresber. d. schles. Ges. f. Vaterl. Cultur für 1879 (1880), LVII, pp. 188-195.

GARBINI, A. — *Contributo alla conoscenza dei Sarcosporidi* ; Rendiconti della Reale Acad. de Lincei. Roma, Feb. 1891, VII, pp. 151-153, fig.

GLUGE, G. — 1. *Notice sur quelques points d'anatomie pathologie comparée, suivie de quelques observations sur la structure des branchies dans les Épinoches* ; Bull. Acad. Roy. Belg., 1838, V, pp. 771-82, fig. I, II.

2. *Beobachtung zahlreicher Balggeschwülste als epidemisch Krankheit bei Fischen* ; Anatom. microsc. Untersuchungen zur allgem. u. speciell. Pathol., Heft II, pp. 202-204, pl. 5.

GURLEY, R.-R. — *On the classification of the Myxosporidia* ; Bull. U. S. Fish. Com. for. 1891. (July 15, 1893), XI, pp. 407-420.

HECKEL (JACOB) und KNER (RUDOLPH) *die Süßwasserfische der österreichische Monarchie*, Leipzig, 1858. p. 12 (see p. 186).

HENNEGUY, F. — 1. *Contribution à l'étude des Sarcosporidies ; note sur un parasite des muscles du Palæmon rectirostris* ; Mém. publiées Soc. philomath. Paris à l'occas. Centen. Fondation, 1888, pp. 163-171, fig. A-d.

2. — *Psorospermies* ; Dict. Encyclop. Sci. Méd. Paris, 1889, XXVII, p. 771-776.

HENNEGUY, F. et THÉLOHAN, P. — 1. *Myxosporidies parasites des muscles chez quelques crustacés décapodes* ; Annal. de Microg., Paris ; 1892, IV, p. 617-639, pl. IV.

2. *Sur un Sporozoaire parasite des muscles de l'Écrevisse* ; Compt. Rend. hebdom. Soc. Biol., Paris, Août 5, 1892, IV, p. 748-749.

KOROTNEFF, A. — *Myxosporidium bryozoides* ; Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1890. Leipzig, Avril 5, 1892, LIII, p. 591-596, pl. 24.

KRUSE, WALTHER. — *Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von den parasitären Protozoen* ; Hygien. Rundschau Berlin (Mai-Juni), II, 1892, p. 359, 361-368, 475-476.

LANKESTER, E. RAY. — *Article Protozoa (Myxosporidia)* ; Encycl. Britan, 9^e éd., 1885, XIX, p. 853-835.

LEUCKART, RUDOLPH. — 1. *Parasitismus und Parasiten* ; Archiv. f. physiol. Heilkde, Stuttgart, 1852, XI, p. 434-436, avec planches.

2. *Die parasiten des Menschen* ; Leipzig und Heidelberg, pp. 230, 241, 246-247. 1879.

LEYDIG, FRANZ. — 1. *Über Psorospermien u. Gregarinen* ; Müller's Archiv. f. Anat. u. Physiol., 1851, pp. 221-234, pl. VIII.

2. *Zur Anatomie von cocnas hesperidum*. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., V, Bd. 1854, p. 1-12.

3. *Einige Bemerkungen ü. Psorospermien ü. Gregarinen* ; Froriep's Tagsber. ü. d. Fortschr. d. Natur., u. Heilkde Weimar, Abth. f. Zool. u. Pal., N^o 305 (Mai 1851), pp. 73, 74.

- LIEBERKÜHN, NATHANIEL. — 1. *Über die Psorospermien*; Muller's Archiv. f. Anat. u. Physiol., 1854, pp. 1-24, 349-368, pl. II, XIV.
2. *Sur les psorospermies*; Bull. Acad. Roy. Belg., 1854, XXI, pt. 1, pp. 160-168, 1 pl.
3. *Notice sur les psorospermies*; Bull. Acad. Roy. Belg., 1854, XXI, pt. 2, pp.
4. *Les psorospermies des poissons*; Mem. Cour. et Mem. Sav. Etrang. Acad. Roy. Belg., 1855, XXVI, pp. 36-38, pl. X-XI.
- LINTON, EDWARD. — 1. *On certain wart-like excrescences occurring on the short minnow, Cyprinodon variegatus, due to Psorosperms*; Bull. U. S. Fish. Com. for 1889 (published June 15, 1891), IX, pp. 99-102, pl. XXXV.
2. *Notice of the occurrence of Protozoan parasitism (Psorosperms) on Cyprinoid fishes in Ohio*; Bull. U. S. Fish. Com. for 1889 (published July 7, 1891), IX, pp. 359-361, pl. CXX.
- LUDWIG, HUBERT. — *Über die Myxosporidiumkrankheit der Barben in der Mosel*; Jahresber. d. rheinischen Fischerei-Vereins Bonn, 1888, pp. 27-36.
- LUTZ, A. — *Über ein Myxosporidium aus der Gallenblase brasilianischer Batrachier*; Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde; Jan. 12, V, pp. 84-88; fig. *ibid.*, Feb. 19, 1889.
- MÉGNIN, P. — 1. *Sur la rôle pathogénique de certaines psorospermies*; Bull. Soc. zool. France, 1885, X, pp. 351-352, avec figures.
2. *Epidémie sur les barbeaux de la Meurthe*; Compt. Rend. hebdom. Soc. Biol. Paris, 1885, II, pp. 446-447.
- MINGAZZINI, P. — *Sullo sviluppo dei Myxosporidi*; Boll. Soc. Nat. Napoli, Settembre 23, 1890, IV, pp. 160-164.
- MONIEZ, R. — *Observations pour la révision des Microsporidies*; Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 1887, CIV, pp. 1312-1313

MÜLLER, JOHANNES. — *Ueber eine eigenthümliche krankhafte parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen*; Müller's Archiv. f. Anat. u. Physiol. 1841. p. 477-496.

MÜLLER, J. und RETZIUS. — *Ueber parasitische Bildungen*; Müller's Archiv. f. Anat. u. Physiol., 1842.

OEHLMACHER, A.-P. — *Myxosporidia in the common toad, with preliminary observations on two chromophile substances in their spores* Journ. Amer. Med. Assoc., May, 20, 1893, XX, pp. 561-567, plate, fig. 1-3.

PASTEUR, L. — *Etude sur la maladie des Vers à soie*. 2^e vol., Paris, 1870.

PERUGIA, ALBERTO. — *Sulle Myxosporidie dei pesci marini*; Boll. Scientif., Pavia, 1890, XII, pp. 134-139; 1891, XIII, pp. 22-25, 1 pl.

PFEIFFER, L. — 1. *Beiträge zur Kenntniss d. pathog. Gregarinen*. I; Zeitsch. f. Hygiene. Leipzig, III, 1887, p. 475, fig. 2 e-f.
 2. *Beiträge z. Kenntniss d. pathog. Gregarinen*. II; Ztschr. f. Hygiene. Leipzig, 1888, IV, pp. 403, 408-409, 417-420, 423, 425.

3. *Über einige neue Formen von Miescher'schen Schläuchen mit Mikro-Myx. und Sarkosporidieninhalt*; Virchow's Arch. f. path. Anat. u. Physiol., Berlin, CXXII, 1890, pp. 557-564, pl. 12, fig. 1-3.

4. *Die Protozoen als Krankheitserreger*; Jena, 1^{re} éd. 1890, pp. 2, 25-27, 30-38, 41-47, 74-75, 98-99.

5. *Die Protozoen als Krankheitserreger*; Jena, 2^e éd. 1891, pp. 7-8, 13, 17, 105-110, 114-115, 127-135, 164-165, fig. 43, 45, 52-57;

6. *Der Parasitismus d. Epithelialcarcinoms sowie d. Sarko, Mikro, u. Myxosporidien im Muskelgewebe*; Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde, Aug. 1, 1893, XIV, pp. 118-130, 1 pl.

7. *Untersuchungen über den Krebs, die Zelle Erkrankungen und die Geschwulstbildungen der Sporozoen*. 1 vol. avec 62 fig. et un atlas de 80 microphotographies. Jena 1893.

RAILLET, M. A. — 1. *Maladie des barbeaux causée par des psorospermies*; Bull. et Mèm. Soc. Centrale d. Méd. Vétér. Paris, IV, 1886, p. 134-137.

2. *Eléments de zoologie, Méd. et Agric.* Paris, 1886, pp. 167-168, fig. 72.

3. *La maladie des barbeaux de la Marne*; Bull. Soc. Centrale d'Aquicult. Paris, II, 1890, pp. 117-120.

RAYER, P. — 1. *Singulière éruption sur un véron (Cyprinus phoxinus)*; Arch. de Méd. comp. 1843, I, pp. 58-59, pl. 9.

2. *Exposé succinct des principales observations faites sur les maladies et sur les anomalies des poissons*; Arch. de Méd. comp., 1843, pp. 260-270.

REMAK. — *Über die runde Blutgerinnsel und über pigmentkugelhaltige Zellen*; Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol., 1852, pp. 144-149, pl. V.

ROBIN, CHARLES. — *Histoire Naturelle des Végétaux parasites*. Paris, 1853, pp. 291-321, pl. XIV, XV.

RYDER, JOHN, A. — *The Psorosperms found in Aphredoderus sayanus*; Amer. Nat. 1880, XIV, pp. 211-212, fig. 1, 2.

SCHNEIDER, A. — *Contribution à l'histoire des Grégaires des Invertébrés de Paris et de Roscoff*; Arch. de Zool. exp. et générale, IV, 1875.

THÉLOHAN, P. — 1. *Sur la constitution des spores Myxosporidies*; Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 1889, CX, p. 919-922.

2. *Contribution à l'étude des Myxosporidies*; Annal. de Microgr. Paris, 1890, II, pp. 193-213, pl. 1.

3. *Nouvelles recherches sur les spores des Myxosporidies (structure et développement)*; Compt. Rend. Acad. Sci. -Paris, CXI, 1890, pp. 692-695.

4. *Recherches sur le développement des spores chez les Myxosporidies*; Comp. Rend. hebdom. Soc. Biol. Paris, Nov. 14, 1890, II, pp. 602-604.

5. *Sur deux sporozoaires nouveaux parasites des muscles des poissons*; Comp. Rend. hebdom. Soc. Biol. Paris, Jan. 23, 1891, III, pp. 27, 29; Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 1891, CXII, pp. 168-171.

6. *Note sur la Glugea microspora*; Compt. Rend. hebdom. Soc. Biol. Paris, Feb. 5, 1892, IV, pp. 82, 84.

7. *Observations sur les Myxosporidies et essai de classification de ces organismes*; Bul. Soc. philomat. Paris, 1892, IV, pp. 169-178,

8. *Myxosporidies de la vésicule biliaire des poissons. Espèces nouvelles*; Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 1892, CXV, 961-964, 1091-1094.

9. *Altérations du tissu musculaire dues à la présence de Myxosporidies et de microbes chez le Barbeau*; Compt. Rend. hebdom. Soc. Biol. Paris, Mars 10, 1893, V, pp. 267-270.

10. *Sur les affinités réciproques des Myxosporidies*; Comp. Rend. Acad. Sc. Paris, Fev. 19, 1894, CXVIII, pp. 428-430.

11. *Sur la présence d'une capsule à filament dans les spores des Myxosporidies*; Compte Rendu Soc. de Biologie, 1894. — C. R. Acad. des Sciences.

THÉLOHAN P. et HENNEGUY F. — *Sur un sporozoaire parasite des muscles des crustacés décapodes*; Compt. Rend. hebdom. Soc. Biol. Paris, Juillet 1, 1892, IV, pp. 585-588; Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 1892, CXIV, pp. 1552-1555.

WELTNER, W. — *Myxosporidiensporen in den Eiern von Esox luens*; Sitzgsber d. Gesellsch Naturf. Freunde. Berlin, 1892, pp. 28-26, fig. 1-16.

ZSCHOKKE, FRITZ. — *Psorospermies de Coregonus fera*; Archiv. de Biol., 1884, V, pp. 234-235, pl. X.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VII.

(Fig. 1-36.)

Fig. 1-3. — *Ceratomyxa sphærulosa*.

Fig. 1. — Individu sporifère (gross. 750).

ps, pseudopodes ;
sp, spores ;
h, sphérules de l'endoplasma.

Fig. 2. — L'extrémité antérieure du même après un intervalle de 5 minutes montrant le changement de forme de l'ectoplasma.

Mêmes lettres et même gross.

Fig. 3. — Spore vue à l'état frais (gross. id.).

c, capsules polaires ;
s, suture ;
p, protoplasma ;
x, masses irrégulières, pâles, d'origine indéterminée.

Fig. 4. — *Ceratomyxa appendiculata*.

c, partie centrale où se forment les spores ;
pr, prolongements renfermant de l'endoplasma ;
r, renflements qu'ils présentent ;
sp, spores.

Fig. 5. — Faisceau primitif d'un muscle de Barbeau envahi par le *Myxobolus Pfeifferi*.

n, portions ayant conservé l'aspect normal ;
dg, parties dégénérées, présentant des spores, des masses vitreuses et de nombreux globules jaunes.

Fig. 6-11. — *Chloromyxum Leydigi*.

Fig. 6. — Individu de forme sphérique renfermant de nombreuses spores, qui apparaissent dans l'ectoplasma comme autant d'espaces clairs.

ps, ectoplasma et pseudopodes ;
j, globules jaunes de l'endoplasma ;
sp, spores avec 4 capsules polaires (gross. 750).

Fig. 7. — Individu de forme différente beaucoup plus actif.

L'ectoplasma forme en *ps*, deux grosses expansions pseudopodiques (mêmes lettres, gross. id.).

Fig. 8. — Portion d'un autre individu.

ec, ectoplasma couvert de fines saillies immobiles ressemblant à des cils ;
en, endoplasma bourré de globules jaunes (gross. 750.)

Fig. 9 et 10. — Spores à l'état frais (gross. 1500).

Fig. 9. — Spore vue par la suture.

c, les 4 capsules polaires ;
i, stries de l'enveloppe donnant lieu aux dentelures de la région postérieure ;
f, filaments de l'extrémité postérieure des valves.

Fig. 10. — Spore vue par la surface de l'une des valves.

Mêmes lettres. — en *a*, prolongement lamelliforme du rebord sutural.

Fig. 11. — Un jeune individu de *Chloromyxum Leydigi* (*c*) sur lequel sont fixées des *Leptotheca agilis* (*L*).

Fig. 12 et 13. — *Sphaerospora divergens*.

Fig. 12. — Individu sporifère (gross. 750).

e, ectoplasma émettant des expansions lobées, sans véritables pseudopodes ;
en, endoplasma granuleux renfermant de petits globules jaunes ;
sp, spores.

Fig. 13. — Spore traitée par l'acide nitrique ; sortie des filaments (*f. f''*) (gross. 1500).

Fig. 14. — *Glugea Marionis*. Individu sporifère (gross. 750).

ec, ectoplasma et pseudopodes ;

en, endoplasma granuleux, présentant des globules jaunes ;

sp, spores.

Fig. 15. — Une spore à l'état frais (gross. 1500).

v, espace clair occupant la grosse extrémité.

Fig. 16-19. — *Ceratomyxa arcuata*.

Fig. 16 et 17. — Individus non sporifères en forme de massue (forme typique).

ps, pseudopodes localisés à l'extrémité antérieure. A cette même extrémité on voit dans l'endoplasma des globules de graisse ;

g, sphérules réfringentes de l'endoplasma.

Fig. 18. — Individu sporifère ; forme beaucoup moins répandue.

ps, pseudopodes ;

sp, spores.

Les globules réfringents sont extrêmement petits.

Fig. 19. — Spore traitée par la potasse. Un des filaments est sorti.

l, l, limites de la cavité (gross. 1500). (v. fig. 3).

Fig. 20. — *Henneguya media*. Individu renfermant 4 spores (gross. 750).

e, ectoplasma ;

g, globules brillants de l'endoplasma ;

sp, spores.

Fig. 21 et 22. — *Chloromyxum fluviale* montrant les changements de forme en l'espace de 5 minutes.

e, ectoplasma ;

en, endoplasma ;

sp, spores.

Fig. 23-25. — *Leptotheca parva*.

Fig. 23. — Individu de la forme la plus ordinaire.

Fig. 24. — Individu en forme de massue.

ps, pseudopodes (gross. 750).

Fig. 25. — Spore à l'état frais (gross. 1500).

Fig. 26. — *Ceratomyxa reticularis*. Individu en forme de massue.

ps, pseudopodes ;

en, endoplasma, formé par un fin réticulum creusé de vacuoles ;

b, amas de protoplasma non vacuolaire.

Fig. 27. — Spore de *C. reticularis*. Forme à peu près constante (gross. 1500).

Fig. 28. — *Myxidium sphaericum*. Individu sporifère (gross. 750).

ec, ectoplasma ;

en, endoplasma bourré de granules réfringents ;

sp, spores.

Fig. 29-31. — *Leptotheca agilis* (v. aussi fig. 11).

Fig. 29. — Individu sporifère ; cette forme peut être considérée comme typique. (gross. 750).

ps, pseudopodes filiformes localisés à l'extrémité antérieure ;

g, globules de graisse également localisés ;

r, granules réfringents ;

sp, spores.

Fig. 30. — Spore à l'état frais (gross. 1500).

c, capsules polaires ;

s, suture ;

p, protoplasma renfermant quelques globules de graisse.

Fig. 31. — Individu non sporifère à extrémité postérieure divisée en 5 lobes.

Mêmes lettres que fig. 29. (gross. 750).

Fig. 32. — *Myxidium Lieberkühni*.

ec, ectoplasma avec des expansions lobées couvertes de petites saillies immobiles en forme de cils ;

en, endoplasma, renfermant des granules jaunes ;

h, vacuoles renfermant des cristaux d'hématoïdine ;

sp, spores.

Fig. 33. — Spore de *Myxobolus Mülleri* traitée par la solution iodo-iodurée (gross. 1500).

s, suture ;

c, capsules polaires ;

p, protoplasma ;

v, vacuole dont le contenu s'est coloré en brun sous l'influence de l'iode.

Fig. 34. — Spore de *Henneguya psorospermica* après l'action du même réactif.

Mêmes lettres (gross. id.).

Fig. 35. — Spore anormale de *Myxobolus Pfeifferi* observée dans les mêmes conditions.

Mêmes lettres (gross. 1500).

Fig. 36. — Spore de *Chloromyxum caudatum*, état frais (gross. 1500).

PLANCHE VIII.

(Fig. 37-78).

Fig. 37. — *Leptotheca elongata* état frais (gross. 750). Forme revêtue par un grand nombre d'individus.

La partie antérieure notablement épaisse, présente à son extrémité une dépression, sur le pourtour de laquelle sont localisés les pseudopodes.

Fig. 38. — Spore à l'état frais (gross. 1500).

s, ligne de suture des valves.

Fig. 39-41. — Individus vus sur des coupes (gross. 750)

Fig. 39. — Individu à 2 noyaux (*n*).

c, cellules épithéliales de la vésicule biliaire.

Fig. 40. — Individu à 4 noyaux.

Mêmes lettres.

Fig. 41. — Individu non fixé présentant 8 noyaux (*n*);

ps, pseudopodes.

Fig. 42. — *Ceratomyxa globulifera*. Individu contenant 2 spores.

sp., spores;

g, globules réfringents dont le protoplasma est bourré.

Fig. 43. — Id. Spore vue à l'état frais (gross. 1500).

p, protoplasma;

a, petits amas granuleux d'origine indéterminée.

Fig. 44-48. — *Myxidium Lieberkühni* vu sur des coupes.

Fig. 44. — L'une des extrémités d'un individu non sporifère (gross. 750).

e, *e'* ectoplasma, d'aspect homogène en *e*, très fortement strié en *e'*;

en, endoplasma;

n, noyaux;

g, globules de graisse noircis par l'acide osmique.

Fig. 45. — Un individu fixé à l'épithélium de la vessie urinaire (gross. 750).

Mêmes lettres.

c, cellules épithéliales.

Fig. 46. — Individu libre (gross. 750).

ps, pseudopodes;

en, endoplasma renfermant des noyaux et de la graisse.

Fig. 47. — Spore à l'état frais (gross. 1500).

c, capsule polaire;

g, petits globules de graisse.

Fig. 48. — Spore vue sur une coupe.

c, capsule;

n, noyaux.

Fig. 49. — *Myxidium histophilum*, spore vue à l'état frais ; presque toutes présentent ainsi un étranglement vers la partie médiane ; enveloppe très transparente et fortement striée.

c, *c*, capsules polaires à filament très visible (gross. 1500).

Fig. 50. — *Ceratomyxa truncata*. Individu de petite taille présentant de véritables pseudopodes (*ps*) et de longs prolongements presque immobiles (*a*).

en, endoplasma, renfermant des globules graisseux.

Fig. 51. — Spore normale ; état frais (gross. 1500).

g, globules graisseux.

Fig. 52. — Spore d'un type anormal s'observant chez toutes les *Ceratomyxa*.

s, suture à trois branches.

Fig. 53 et 54. — *Myxidium incurvatum*.

Fig. 53. — Coupe de la vésicule biliaire d'un *Syngnathus acus*.

ep, cellules de l'épithélium ;

M, Myxosporidie représentée par un amas de petites sphères claires, renfermant de 1 noyau (*a*) jusqu'à quatre noyaux (*b*) ;

sp, spore (gross. 750).

Fig. 54. — Spore de *M. incurvatum*, état frais (gross. 1500).

c, *c*, capsules polaires dirigées en sens inverse.

Fig. 55-64. — *Sphæromyxa Balbianii*.

Fig. 55. — Portion d'un individu vu à l'état frais en coupe optique (gross. 750).

e, ectoplasma, d'aspect homogène, hyalin ;

en, endoplasma creusé de vacuoles (*v*) plus petites à la périphérie, renfermant un liquide incolore et séparées par des cloisons où se voient des globules réfringents de nature graisseuse ;

sb, sporoblaste renfermant 6 noyaux.

Fig. 56. — Vésicule biliaire d'une *Motella tricirrata* renfermant un corps opaque constitué par des *Sphæromyxa* pelotonnées.

Fig. 57. — Petite sphère formée par la *Sphæromyxa* isolée et grossie environ 3 fois.

Fig. 58. — Spore vue à l'état frais (gross. 1500).

Fig. 59. — Id. sur une coupe.

n, noyaux ; à la partie postérieure des capsules on voit encore les noyaux des cellules capsulogènes (gross. id.).

Fig. 60. — Extrémité d'une spore.

Figure schématique destinée à montrer le mode particulier d'enroulement du filament dans la capsule.

Fig. 61. — Spore traitée par l'acide nitrique.

f, f, filaments sortis sous l'influence du réactif : ils consistent ici en appendices relativement courts, de forme conique et creuse.

Fig. 62. — Portion de *Sphæromyxa* vue sur une coupe.

e, ectoplasma ; aspect qu'il revêt le plus souvent : deux séries de stries ;

en, endoplasma présentant encore des vestiges de sa constitution vacuolaire ;

n, noyaux ;

sp, spores.

Fig. 63 et 64. — Aspects différents que peut prendre l'ectoplasma.

e, ectoplasma ;

en, endoplasma.

Fig. 65-78. — *Myxobolus Pfeifferi* dans divers organes du Barbeau.

Fig. 65. — Infiltration myxosporidienne dans le tissu conjonctif du rein.

t, t', tubes du rein non altérés ;

c, tissu conjonctif dissocié par les spores ;

sp, spores.

Fig. 66-71. — Invasion des muscles (voir aussi Pl. VII, fig. 5)

Fig. 66. — Trois faisceaux musculaires.

Celui du milieu infesté et atteint de dégénérescence vitreuse (*dg*) est envahi par des cellules phagocytaires (*ph*) ;
c, tissu conjonctif épaissi et infiltré de cellules ;
n, n, fibres normales.

Fig. 67. — Stade analogue de l'infection, vu sur une coupe transversale.

Mêmes lettres ; le faisceau atteint renferme de nombreuses spores.

Fig. 68. — Portion d'un faisceau musculaire infesté où la dégénérescence n'est pas complète.

n, îlot de substance musculaire ayant conservé l'aspect normal ;
dg, partie en dégénérescence vitreuse envahie par des phagocytes ;
sp, spores.

Fig. 69. — Stade ultérieur du processus, coupe transversale.

a, faisceaux musculaires sains, atrophiés par l'hyperplasie du tissu conjonctif ;
l, espaces répondant aux fibres musculaires disparues et renfermant des spores et des débris de tissu dégénéré (*dg*) ;
c, tissu conjonctif hypertrophié et limitant les espaces précédents.

Fig. 70. — Stade plus avancé, représentant le mode de guérison naturel de l'affection.

l, espaces résultant de la disparition du tissu musculaire ;
c, tissu conjonctif fibreux diminuant de plus en plus ces espaces autour desquels il forme un anneau fibreux très dense (*f*).

Fig. 71. — Portion d'une cloison conjonctive à la suite de l'invasion de microbes, à un stade correspondant à la fig. 69 (gross. 750).

x, substance granuleuse résultant de la mortification du tissu par les microbes ;
b, bacilles ;
n, noyaux encore reconnaissables ;
g, globules colorables, de nature indéterminée.

Fig. 72. — Coupe d'intestin de Barbeau envahi par le *Myxobolus Pfeifferi* (grossiss. 4 fois).

m, tunique musculaire, atteinte en (*m'*) ;
h, hypertrophie de la paroi causée par le parasite et diminuant considérablement la cavité.

Fig. 73. — Une portion de la couche précédente prise dans la région *a* ;

ep, épithélium de l'intestin ;
c, tissu conjonctif hypertrophié et circonscrivant des espèces de loges irrégulières ;
l, ces loges renfermant le *Myxobolus* sous forme de masses protoplasmiques dont la partie centrale est colorée par suite de la présence de spores et de noyaux.

Fig. 74. — Portion d'une loge, vue à un fort grossissement.

c, paroi conjonctive de la loge ;
v, espace vide entre celle-ci et le parasite ;
ec, couche externe du protoplasma, fortement striée et semblant représenter l'ectoplasma ;
en, endoplasma ;
n, noyaux.

Fig. 75. — Id.

c, tissu conjonctif limitant une loge ;
ec, couche externe, bien distincte, hyaline, très finement granuleuse (ectoplasma) ;
en, endoplasma ;
n, noyaux ;
h, noyau en division karyokinétique ;
sp, spores.

Fig. 76. — Portion de tissu conjonctif pris dans la région *a* de la fig. 73 ; infiltration parasitaire.

c, faisceaux conjonctifs ;
sp, spores entre ces faisceaux ;
n, noyaux du tissu conjonctif.

Fig. 77. — Spore de *Myxobolus Pfeifferi*, état frais, forme normale (gross. 1500).

s, rebord sutural avec quelques gaufrures ;
t, petit appendice triangulaire des valves faisant saillie dans la cavité, répondant au point d'attache des capsules ;
g, petits globules graisseux.

Fig. 78. — Spores anormales (*a, b*).

PLANCHE IX.

Fig. 79-145.

Fig. 79. — Coupe d'une nageoire de *Gobio fluvialis* passant par un kyste de *Myxobolus piriformis* (gross. très faible).

M, Myxosporidie ;
ep, épiderme ;
c, tissu conjonctif ;
R, coupe des rayons cartilagineux.

Fig. 80. — Une portion plus grossie, prise au niveau de la partie inférieure de la figure précédente.

ep, épiderme ;
d, derme ;
ec, couche externe du protoplasma du *Myxobolus* répondant à l'ectoplasma, légèrement différenciée, se colorant faiblement par le carmin et présentant quelques stries ;
en, protoplasma proprement dit ou endoplasma renfermant des noyaux et des spores (*sp*).

Fig. 81. — Spore du *Myxobolus piriformis*, état frais (gross. 1500).

Fig. 82. — Coupe d'une lamelle branchiale de Brochet (*Esox lucius*) avec un kyste d'*Henneguya psorospermica* (gross. très faible).

M, Myxosporidie. — La masse parasitaire s'est fortement rétractée et sa surface externe a abandonné les parois de la loge conjonctive qu'elle occupe.
 Pas de différenciation périphérique répondant à l'ectoplasma.
R, cartilage.

Fig. 83. — Spore d'*Henneguya psorospermica*, état frais. — Entre les capsules polaires et dans le protoplasma, on voit de petits grains brillants qui sont de fins globules de graisse.

Fig. 84. — La même spore, vue dans une coupe (liquide de Flemming, safranine).

n, noyaux ;
v, espace clair représentant la vacuole dont le contenu s'est dissous.

Fig. 85. — Infiltration parasitaire de *Myxobolus dispar*, dans la peau et le tissu conjonctif sous-cutané d'une petite Ablette.

ép, épiderme ;
d, derme ;
c, tissu conjonctif ;
m, faisceaux musculaires ;
sp, spores du *Myxobolus*.

Fig. 86. — Spore du *Myxobolus dispar*, état frais montrant l'inégalité des capsules polaires.

a, rebord sutural offrant quelques gaufrures.

Fig. 87. — Cellules épithéliales de l'intestin de Carpe infesté par le même parasite. Au milieu des cellules, on voit une cavité renfermant deux spores et deux masses réfringentes (*dg*).

Fig. 88. — Coupe longitudinale d'un filament branchial de Gardon envahi par le *Myxosoma Dujardini* (gross. très faible).

En raison de la disposition ramifiée du corps, la même Myxosporidie se trouve comprise plusieurs fois dans la coupe.
k, kystes ;
r, axe cartilagineux.

Fig. 89. — Portion plus grossie de la région la plus externe d'un kyste. A ce niveau le parasite est en rapport immédiat avec l'épiderme.

ep, épiderme ;
ec, zone externe ou ectoplasmique de la Myxosporidie, un peu différenciée, homogène, hyaline, se distinguant nettement du protoplasma interne plus granuleux.
sp, spores ;
sb, sporoblastes.

Fig. 90. — Une spore de *Myxosoma Dujardini*, état frais (gross. 1500).

Fig. 91. — Spore anormale : dimensions plus petites que d'ordinaire ; l'enveloppe présente un appendice rappelant la queue des *Henneguya*.

Fig. 92. — Un glomérule de Malpighi du rein de *Mugil chelo* envahi par *Sphaerospora rostrata*.

Complètement dégénéré sous l'influence du parasite. On ne voit plus trace de la structure normale ; l'organe est remplacé par une masse granuleuse dans laquelle on observe de volumineuses gouttes de graisse (*g*) et quelques spores (*sp*) ; celles-ci, très pâles, semblaient mortes et pour la plupart dégénérées.

c, enveloppe fibreuse.

Fig. 93. — Spore de *Sph. rostrata* à l'état frais.

Le plan de suture horizontal ; en avant on remarque un appendice large et tronqué provenant d'un élargissement à ce niveau du rebord sutural ; sur la spore examinée par la suture, cet appendice donne l'aspect d'une pointe ; en arrière, on observe des dentelures qui sont dues aux stries de la surface de la valve.

Fig. 94. — Portion d'une coupe d'un foie de Carpe envahi par le *Myxobolus inæqualis*.

v, lumière d'un vaisseau coupé longitudinalement ;

h, cellules hépatiques ;

c, c, tissu fibreux semblant provenir d'un épaississement de la tunique adventice du vaisseau et dans lequel on observe des amas réfringents de substance hyaline dont l'origine exacte est difficile à préciser, et des spores de *Myxobolus*.

Fig. 95. — Un œuf de *Phoxinus phoxinus* envahi par le *Myxobolus Müllerii*.

e, enveloppe du follicule ;

dg, amas d'une substance homogène fortement colorée par la safranine et résultant de la dégénérescence du vitellus.

Fig. 96. — Spore de *Myxobolus Müllerii* ; état frais.

s, rebord sutural présentant des gaufrures. A la partie antérieure entre les deux capsules, on remarque un petit appendice triangulaire (*t*) dépendant des valves ; le filament des capsules est nettement visible (gross. 1500).

Fig. 97. — La même spore vue sur une coupe.

s, rebord sutural ;

p, protoplasma renfermant un espace clair arrondi répondant à la vacuole, dont le contenu a disparu et deux noyaux juxtaposés. A la partie postérieure des capsules, on voit les noyaux des cellules capsulogènes qui ont persisté ; dans cette espèce, ils disparaissent souvent à la maturité de la spore ; gross. 1500.

Fig. 98. — Spore du *Myxobolus exiguus* de la paroi intestinale des *Mugil* état frais (gross. 1500).

Fig. 99. — Coupe d'un muscle de *Syngnathus acus* envahi par le *Chloromyxum quadratum*.

sp, spores distribuées en amas irréguliers au milieu des fibrilles dont la striation est parfaitement conservée et qui ne montrent pas trace de dégénérescence.

Fig. 100. — Spores du *Chloromyxum quadratum*.

a, vue de profil (coupe optique) état frais;
b, vue par sa base, montrant les 4 capsules,
c, spore traitée par l'acide nitrique; sortie des quatre filaments (gross. 1500).

Fig. 101 à 112. — *Différentes phases du développement des spores des Myxosporidies.*

Ces figures ont été prises sur des préparations du *Myxobolus ellipsoïdes*, sauf 105 et 110 qui proviennent de *Myxobolus Pfeifferi*.

Fig. 101. — Début du sporoblaste.

Une petite masse de protoplasma renfermant un noyau s'isole au moyen d'une mince membrane.

Fig. 102. — La matière chromatique du noyau du sporoblaste se dispose en filaments.

Fig. 103. — La membrane d'enveloppe du noyau s'est rompue : le noyau est à l'état de peloton chromatique.

Fig. 104. — Division du noyau par karyokinèse.

Fig. 105. — Sporoblaste à deux noyaux.

n, noyau du protoplasma entourant le sporoblaste.

Fig. 106. — Les divisions nucléaires continuant, le sporoblaste a acquis 6 noyaux.

Fig. 107. — Sporoblaste à 7 noyaux.

Fig. 108. — Sporoblaste contenant 10 noyaux.

Fig. 109. — Le sporoblaste s'est divisé en deux masses sporogènes, *a*, *b*, contenant chacune 3 noyaux et qui restent enfermées dans la membrane d'enveloppe du sporoblaste.

n, noyaux du sporoblaste, entourés d'une petite masse de protoplasma n'ayant pas pris part à la formation des masses sporogènes : éléments de rebut.

Fig. 110. — Une masse sporogène isolée à une phase plus avancée du développement ; le plasma s'est divisé en 3 cellules.

g, donnera le protoplasma de la spore ;

cp, cellules capsulogènes — Au centre de chacune d'elles on voit un espace clair arrondi qui est le premier stade de la formation des capsules (gross. 1500) (Acide osmique).

Fig. 111. — Stade plus avancé du développement de la spore.

Mêmes lettres.

Le protoplasma qui représente l'élément reproducteur contient 2 noyaux.

Chacune des cellules capsulogènes en présente un ; dans l'espace clair de la fig. précédente, on voit maintenant un petit bourgeon plasmique piriforme (gross. 1500).

Fig. 112. — Spores de *Myxobolus ellipsoïdes* complètement développée (gross. id.).

s, rebord sutural ;

p, protoplasma renfermant la vacuole et deux noyaux juxtaposés (*n*) ;

En arrière des capsules, on voit les noyaux des cellules capsulogènes, qui persistent dans cette espèce ;

A la partie antérieure, on voit les deux petits canaux qui traversent la suture et par lesquels sort le filament des capsules.

Fig. 113. — Coupe transversale d'une spore de *M. ellipsoïdes* au niveau de la grosse extrémité des capsules.

c, capsules ;

s, rebords par lesquels sont soudées les valves.

Fig. 114. — Spore anormale de la même espèce ; l'enveloppe présente des prolongements irréguliers.

Fig. 115. — Anomalie par excès dans le nombre des capsules. L'enveloppe ne présente pas la forme typique.

Protoplasma (*p*) avec deux noyaux comme d'ordinaire ; il y a six capsules à la partie postérieure desquelles on voit le noyau des cellules capsulogènes.

Fig. 116. — Spore de *Myxobolus piriformis* vue sur une coupe ; spore encore jeune : la capsule est entourée d'un reliquat considérable de protoplasma dû à la cellule qui l'a formée.

g, granule d'origine indéterminée, souvent coloré par les réactifs ;

Protoplasma avec 2 noyaux et une vacuole (gross. 1500).

Fig. 117. — Spore de la même espèce après traitement par l'acide nitrique.

f, filament de la capsule sorti sous l'influence du réactif ; le protoplasma coagulé laisse voir nettement la vacuole.

Fig. 118. — Infection du tissu conjonctif interfasciculaire des muscles de l'œil par la *Glugea punctifera* chez *Gadus pollachius*.

m, faisceaux musculaires ;

c, tissu conjonctif hypertrophié ;

P, masse parasitaire principale, présentant à son centre des spores colorées en rouge ; à la périphérie, protoplasma directement en rapport avec le tissu conjonctif et renfermant de nombreux globules graisseux colorés en noir par l'acide osmique ;

p, amas parasitaires secondaires infiltrés dans le tissu conjonctif.

Fig. 119. — Spore de la *Glugea punctifera*.

Dans l'espace clair qui occupe la grosse extrémité on remarque un petit globule brillant ; état frais (gross. 1500).

Fig. 120. — Faisceau musculaire de *Callionymus lyra* envahi par la *Glugea destruens* et ayant subi la dégénérescence vitreuse (gross. faible).

dg, amas vitreux de tissu dégénéré ;

sp, spores du parasite.

Fig. 121. — Coupe de muscles infestés de *Callionyme*.

r, r, extrémités de deux faisceaux non encore altérés ;
d, faisceau dégénéré ;
p, p, *Glugea destruens*.

Fig. 122. — Spores de *Gl. destruens*.

a, état frais ;
b, sur une coupe ; au-dessus de l'espace clair, on voit une petite bande colorée.

Fig. 123. — *Gl. destruens*, portion périphérique montrant les rapports du parasite avec le muscle.

m, fibres primitives non altérées.
 Dans le protoplasma on voit des spores et deux sporoblastes.

Fig. 124. — Kyste de *Thelohania Giardi* renfermant huit spores mûres (d'après HENNEGUY et THÉLOHAN).

a, épaississements de l'enveloppe.

Fig. 125. — Id. renfermant 4 spores normales et 2 corps allongés formés chacun par la soudure de deux spores au niveau de leurs grosses extrémités (d'après HENNEGUY et THÉLOHAN).

i, spores soudées.

Fig. 126. — Spores de *Th. Giardi* (d'après HENNEGUY et THÉLOHAN).

a, état frais ;
b, après traitement par l'acide sulfurique, sortie du filament.

Fig. 127. — Portion d'une coupe longitudinale d'un muscle de *Cran-gon vulgaris* infesté par *Th. Giardi* (d'après HENNEGUY et THÉLOHAN).

m, fibres musculaires avec leur striation normale ;
p, parasite à divers stades de développement.

Fig. 128. — Spores de *Thelohania octospora* (d'après HENNEGUY et THÉLOHAN).

a, état frais ;
b, sortie du filament après l'action de l'éther.

Fig. 129. — Spore de *Glugea depressa*, état frais (gross. 1500).

Fig. 130. — Spore de *Gl. acuta*, du cœur de la Sardine (gross. 1500).

Fig. 131. — Spore de *Glugea ovoïdea* (gross. id.).

Fig. 132. — Spore de *Glugea acuta*.

Fig. 133. — Coupe d'une fibre musculaire de *Cottus scorpius* envahie par *Pleistophora typicalis*.

p, parasite.

Fig. 134. — Portion de la même coupe vue à un plus fort grossissement.

m, fibrilles ayant conservé leur striation et simplement écartées pour loger les kystes.

p, parasite.

Fig. 135. — Spore de la *Pleistophora*, état frais (gross. 1500).

Fig. 136. — Id. après traitement par l'eau iodée : sortie du filament.

Fig. 137. — Jeune kyste de *Pleistophora* renfermant un grand nombre de petits éléments nucléés.

Fig. 138 à 142. — *Glugea microspora*.

Fig. 138. — Portion d'une coupe de peau d'Épinoche passant par un kyste.

a, épiderme ;

d, derme ;

c, tissu conjonctif sous-cutané ;

e, couche externe du parasite constituant une sorte d'enveloppe finement striée et représentant probablement l'ectoplasma ;

p, protoplasma.

Fig. 139. — Portion d'une coupe d'un kyste de la cornée.

e, enveloppe striée, beaucoup plus mince, plus dense et à stries peu visibles ;

p, protoplasma ;

n, noyaux ;

sb, sporoblastes ;

sp, spores.

Fig. 140. — Divers stades de l'évolution des sporoblastes.

a, sporoblaste à deux noyaux ;

b, sporoblaste divisé en 4 cellules ;

c, sporoblaste avec 2 cellules allongées dont le noyau présente un aspect spécial et est probablement en voie de division ;

d, sporoblaste à 6 cellules ;

e, sporoblaste à 8 cellules.

Fig. 141. — Spores de *Gl. microspora* (gross. 1500).

a, état frais ; celle de droite montre une ligne longitudinale qui semble répondre à la suture de 2 valves ;

b, spores vues sur des coupes présentant 1 et 2 petits points colorés, noyaux ?

Fig. 142. — Spore après traitement par l'eau iodée : sortie du filament (gross. 1500).

Fig. 143 et 144. — Spores de *Glugea gigantea*.

Fig. 143. — État frais (gross. 1500).

Fig. 144. — Spore traitée par l'acide nitrique.

L'enveloppe gonflée laisse voir une capsule réfringente (*c*) et des amas irréguliers de plasma coagulé (*d*) (gross. id).

Fig. 145. — Spores de *Glugea bombycis*.

a et *b*, état frais (gross. 1500) ;

en *a*, on ne voit pas d'espace clair à la grosse extrémité ;

c et *d*, spores traitées par l'acide nitrique ;

c, laisse seulement voir la capsule ;

en *d*, la capsule est plus pâle, moins volumineuse et le filament est sorti.



TABLE.

	Pages.
Avant-propos par le professeur BALBIANI.	100
Chapitre I. — HABITAT.	103
Poissons.	104
Batraciens.	108
Invertébrés.	110
Distribution géographique.	113
Chapitre II. — SIÈGE DES MYXOSPORIDIES.	116
Tubes du rein.	122
Myxosporidies des tissus.	126
<i>Epithéliums</i>	129
Epithélium intestinal	130
<i>Tissus conjonctifs</i>	132
Tissu conjonctif sous-cutané et sous-épithélial des branchies .	133
Péritoine	151
Tissu conjonctif de l'intestin	152
Tissu conjonctif des nerfs.	155
Tissu conjonctif du foie.	156
Tissu conjonctif des muscles.	160
Tissu conjonctif du rein	162
<i>Tissu musculaire</i>	165
Influence de la saison	175
Chapitre III. — MORPHOLOGIE ET STRUCTURE DES MYXOSPORIDIES.	186
Forme du corps.	188
Couleur.	195
Dimensions.	195

	Pages.
Constitution du corps protoplasmique : Ectoplasma, endoplasma	200
<i>Ectoplasma. Pseudopodes</i>	201
Fonctions de l'ectoplasma et des pseudopodes	222
<i>Myxosporidies libres</i>	223
<i>Myxosporidies des tissus</i>	225
Résumé des caractères de l'ectoplasma	225
<i>Endoplasma</i>	226
Produits de différenciation	227
<i>Myxosporidies libres</i>	227
Différenciation vacuolaire de l'endoplasma	233
<i>Myxosporidies des tissus</i>	236
Noyaux	240
Remarques sur quelques formes aberrantes	243
 Chapitre IV. — SPORES ET SPORULATION	 247
Morphologie des spores	249
<i>Enveloppe</i>	249
<i>Orientation des spores</i>	250
<i>Dimensions des spores</i>	260
<i>Capsules polaires</i>	260
<i>Protoplasma de la spore</i>	268
<i>Vacuole des Myxobolidées</i>	272
<i>Vacuole des Glugéidées</i>	274
<i>Globules graisseux</i>	275
<i>Résumé de la structure de la spore</i>	276
Développement des spores	277
Anomalies des spores	286
<i>Anomalies de l'enveloppe</i>	287
<i>Anomalies des capsules</i>	288
<i>Anomalies de situation</i>	288
<i>Anomalies de nombre</i>	288
<i>Anomalies de protoplasma</i>	289
<i>Anomalies portant à la fois sur tous les éléments de la spore</i>	289
 Chapitre V. — EVOLUTION DE L'INDIVIDU	 292
Germination des spores, ses conditions. Mécanisme de l'infection	292
1 ^{re} hypothèse : <i>Germination dans l'intérieur des kystes</i>	293
2 ^e hypothèse : <i>Germination dans le milieu extérieur</i>	296
3 ^e hypothèse : <i>Germination après pénétration dans l'organisme d'un nouvel hôte</i>	299
1 ^o <i>Inoculations directes</i>	300

	Pages.
2° Infection par le tube digestif.....	302
3° Infection héréditaire.....	314
Prolifération sur place.....	315
Elimination des spores.....	320
Rapports du développement des Myxosporidies avec les saisons.....	324
Chapitre VI. — CLASSIFICATION DES MYXOSPORIDIES.....	326
I. Myxididées.....	331
Genre <i>Leptotheca</i>	331
— <i>Ceratomyxa</i>	334
— <i>Sphaerospora</i>	338
— <i>Myxidium</i>	340
— <i>Sphaeromyxa</i>	342
— <i>Myxosoma</i>	342
II. Chloromyxidées.....	344
Genre <i>Chloromyxum</i>	344
III. Myxobolidées.....	347
Genre <i>Myxobolus</i>	348
— <i>Henneguya</i>	352
IV. Glugéidées.....	355
Genre <i>Glugea</i>	356
— <i>Pleistophora</i>	360
— <i>Thelohania</i>	361
Appendice. — Affinités des Myxosporidies.....	363
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	366
EXPLICATION DES PLANCHES.....	373





CROISSANCE ET DIFFÉRENCIATION

PAR

A. BRUCKER,

Élève à l'École Normale Supérieure.

Si nous considérons la nutrition d'un être vivant, elle nous apparaît comme une fonction très compliquée d'un grand nombre de variables, et son étude approfondie est loin d'être terminée ; mais si la connaissance complète de cette fonction est nécessaire pour expliquer tous les phénomènes qui se produisent chez les êtres vivants, et doit par suite logiquement précéder tout essai de leur théorie mathématique, certaines propriétés simples de cette fonction peuvent permettre d'expliquer un certain nombre d'entre eux ; c'est une de ces propriétés que nous allons étudier.

Il est évident qu'une portion infiniment petite de volume dV d'un être vivant a besoin pour continuer sa vie d'une quantité de nourriture proportionnelle à ce volume ; l'observation nous montre que la constante de proportionnalité varie avec le temps et avec la nature de l'élément, par suite avec la place qu'il occupe dans l'organisme ; Si donc u , v et w sont trois coordonnées nous permettant de définir la position dans l'organisme au temps t de cet élément, cette quantité de nourriture pourra être représentée par $f(u, v, w, t) dV$; la quantité de nourriture nécessaire à l'être pour maintenir l'intégrité de ses éléments sera par unité de temps

$$q = \iiint f(u, v, w, t) dV$$

l'intégrale étant étendue à l'être vivant tout entier ; et du temps t_0 au temps t_1 , la quantité de nourriture nécessaire sera

$$Q = \int_{t_0}^{t_1} q \, dt$$

D'autre part, l'observation nous montre que si le milieu extérieur est liquide et contient en dissolution des matières assimilables, l'être les absorbe directement par osmose à travers sa couche externe ; sinon il introduit en lui des aliments, les transforme en matières assimilables dans des vacuoles ou dans un tube digestif, et les absorbe ensuite par osmose à travers les parois de ces cavités ; dans tous les cas il y a paroi absorbante : considérons un élément d'aire ds de cette paroi ; soit, u, v, w ses coordonnées ; pendant l'unité de temps il passe à travers cet élément une quantité de nourriture qui peut se représenter par $\varphi(u, v, w, t) \, ds$; la quantité de nourriture absorbée pendant l'unité de temps par toute la paroi sera

$$q' = \iint \varphi(u, v, w, t) \, ds$$

l'intégrale étant étendue à toute cette paroi, du temps t_0 au temps t_1 , la quantité de nourriture absorbée sera

$$Q' = \int_{t_0}^{t_1} q' \, dt$$

Considérons l'expression

$$U = \frac{Q'}{Q}$$

Chez un être à l'état adulte qui maintient seulement l'intégrité de ses éléments, la quantité de nourriture absorbée après chaque digestion doit être égale à la quantité de nourriture qui sert à nourrir les tissus pendant cette absorption et jusqu'à la suivante ; si donc t_0 et t_1 marquent les commencements de deux absorptions consécutives, on doit avoir $Q = Q'$ et par suite $U = 1$; si l'être vit dans un milieu où il trouve les matériaux assimilables et n'a pas besoin de les digérer, les temps t_0 et t_1 , sont quelconques ; on doit avoir $f = \varphi$ et par suite encore $U = 1$. Si dans les mêmes conditions U est < 1 , l'être n'est pas assez nourri et dépérit ; c'est donc seulement si U est > 1 que l'être peut grandir, former des parties nouvelles, par suite évoluer, et cela d'autant plus que U est plus grand. L'expression U peut donc nous servir à définir la force évolutive

d'un organisme (entre les temps t_0 et t_1 , s'il y a digestion, au temps t si cette digestion est inutile), et c'est ainsi que nous l'appellerons désormais.

Cette force évolutive est une fonction très compliquée, en effet f et φ dépendent de la constitution chimique du protoplasme et des propriétés osmotiques de la paroi absorbante, par suite de toutes les variations physiques ou chimiques du milieu extérieur susceptibles de les modifier. Mais cette fonction complexe a une propriété simple: supposons deux êtres vivants semblables, mais de grosseurs différentes; pour deux éléments homologues de ces êtres f aura la même valeur; mais dV est de la dimension trois par rapport à la longueur et par suite les intégrales q et Q seront proportionnelles aux cubes des dimensions homologues; de même q' et Q' seront proportionnelles à leurs carrés; donc U sera inversement proportionnel à ces dimensions.

C'est de cette propriété de U et de considérations tectoniques simples que nous allons essayer de tirer quelques conséquences.

Supposons qu'à l'origine il ait existé une masse protoplasmique aussi petite qu'on le voudra; absorbant par osmose les substances assimilables dissoutes dans le milieu extérieur, sa force évolutive étant de dimension — 1 par rapport à la longueur, était infiniment grande; et par suite cette masse forcément devait croître avec une extrême rapidité. Ainsi donc cette force si mystérieuse au premier abord, qui préside à la croissance des êtres très petits, n'est qu'une conséquence géométrique très simple de leur mode de nutrition par osmose. Il en est de même de leur mode de reproduction: la croissance étant plus active en certains points, il devait forcément se produire en ces points des bourgeonnements; or l'extrémité du bourgeonnement A (fig. 1) présente évidemment une plus grande surface



nutritive pour un volume moindre à nourrir et par suite A croît plus que B : le bourgeon prend alors la forme de la fig. 2; ainsi le bourgeonnement devait augmenter de lui-même et par suite donner

bientôt une monère nouvelle se séparant de la précédente par une action physique quelconque, et se développant à son tour comme elle.

Les considérations précédentes nous expliquent donc toutes les particularités de l'évolution des monères; chez les êtres plus compliqués, les phénomènes ne sont plus susceptibles d'une explication complète aussi simple : le mode de nutrition par osmose qui explique le bourgeonnement ne nous explique pas la caryokinèse : mais elles nous permettent de prévoir que dans l'infinité de formes imaginables d'êtres vivants qui pouvaient se former par la différenciation des monères primitives, un nombre très restreint seulement étaient possibles, parce que seules elles satisfaisaient à la condition $U \geq 1$ que doit remplir tout être vivant.

Chacune des monères, séparée de ses sœurs, a dû forcément au bout de quelque temps varier à sa manière sous l'action du milieu où elle se trouvait; le protoplasme de toutes ces monères n'étant plus le même, leur force évolutrice était différente; pour certaines la force évolutrice devait être égale à l'unité quand elles atteignaient la grosseur ordinaire, et leur développement s'arrêtant là, elles ont donné lieu à des espèces fixées. D'autres, à force évolutive plus grande, devaient forcément croître encore; mais une croissance sensiblement égale dans toutes les directions ne pouvait se produire, car dès que les dimensions de la sphère protoplasmique que donnait cette croissance devenaient un peu grande, forcément les parties centrales moins nourries et ne pouvant plus rejeter au dehors les résidus de leur nutrition devaient dépérir. S'il ne se produisait pas de différenciation la masse devait donc croître dans deux dimensions seulement, s'aplatir et par suite pour résister à l'agitation du milieu, se fixer et ramper sur des supports sur lesquels elle pouvait alors prendre une extension indéfinie. C'est la forme *Bathybius*; on voit que pour un tel être il n'y a pas de forme adulte dans le sens ordinaire du mot puisque la condition $U \geq 1$ ne limite pas sa croissance : il en est de même d'ailleurs de tous les êtres qui croissent seulement dans une ou deux directions puisqu'ils ne restent, pas même d'une manière approchée, semblables à eux-mêmes pendant la croissance.

D'autres monères en croissant ont dû se différencier simplement par ce fait que les parties nouvellement créées n'étaient pas constituées comme les anciennes : par un processus compliqué, il s'est formé

une cellule se divisant par caryokinèse : si les cellules nouvelles ainsi formées se séparaient les unes des autres, on avait des Protozoaires; sinon les êtres étaient pluricellulaires, étaient des Méta-zoaires: cherchons, à partir de la cellule, les différentes formes possibles de métazoaires.

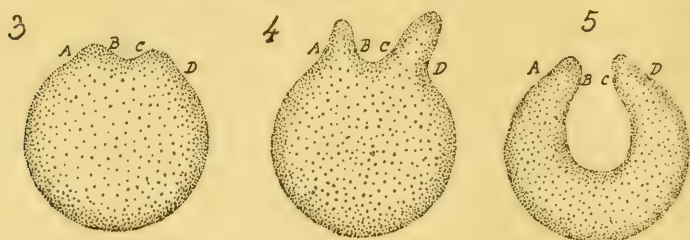
D'abord, les cloisons successives des cellules pouvaient être toutes normales à une même ligne; la croissance avait alors lieu, comme on dit, dans une seule direction: l'être complexe était formé d'un filament de cellules pouvant se ramifier plus ou moins: il est évident qu'un tel être n'a pas de forme adulte, à moins qu'on n'entende par là celle qu'il possède quand il se prépare à la reproduction; la condition $U \geq 1$ peut toujours être satisfaite: il suffit que les filaments du corps soient assez fins; mais il est évident qu'ici il y a à remplir une condition de solidité: un tel corps n'est possible que si les membranes des cellules sont résistantes, formées de cellulose ou de composés analogues, et alors le corps n'étant plus capable de mouvement doit emprunter sa nourriture toute préparée dans le milieu ambiant, mener une vie saprophyte ou parasite, ou bien former par synthèse des composés complexes en empruntant le carbone à l'acide carbonique, et par suite contenir de la chlorophylle ou de la purpurine; nous avons donc ici un premier groupe d'êtres dont la croissance par ramification entraîne l'existence d'une série d'autres caractères qui sont les caractères des Végétaux.

Il en est évidemment de même si les cloisons des cellules en voie de division sont toutes normales à une même surface; ou, comme on dit, si la croissance a lieu dans deux directions en donnant une surface de cellules, nous avons encore ici forcément des Végétaux.

Reste donc le cas où les cloisons des cellules sont quelconques, où la croissance a lieu dans trois directions et donne un volume de cellules, une *morula*: ici le corps croissant en restant semblable à lui-même, la fonction U décroît à mesure que le corps augmente; il pourra donc se faire que de tels corps atteignent à un certain moment une forme adulte, si leur force évolutive est petite, et à ce moment se reproduisent: on aura des genres fixés. Autrement, si la force évolutive est grande, l'être tend à continuer sa croissance; mais alors la différence entre la nutrition du centre et celle de la périphérie le force à se transformer; comment une telle *morula* peut-elle le faire?

D'abord, les cellules peuvent se mettre alors à se diviser dans une ou deux directions seulement (c'est ce qui a lieu actuellement chez certaines Chroococcacées, mais avec cette différence qu'ensuite les cellules se séparent), et on a des végétaux qui, au point de vue phylogénique, sont des *morula* transformées.

Ou bien la croissance continue à être uniforme, mais les cellules centrales périssent ou ne se forment pas et l'on a typiquement une sphère creuse, une *blastula*; la condition $V = 1$, peut encore nous donner des formes fixées dont l'évolution ne va pas plus loin : telles que les *Magosphaera*; ou bien l'être continue à croître, mais il ne peut conserver la forme de sphère creuse qui, évidemment, manque de solidité dès qu'elle est considérable elle va donc se transformer, présentera sa surface des accidents, des parties invaginées (BC, fig. 3) et des parties évaginées (AB, CD). Alors il y a deux cas possibles : ou bien ce sont les parties évaginées qui se développent (fig. 4) et donnent des rameaux susceptibles, à cause de leur forme cylindrique, d'une



croissance indéfinie ; c'est encore là le processus de croissance par ramification donnant des végétaux qui ici sont typiquement des *blastula* transformées ; — ou bien ce sont les parties invaginées qui se développent (fig. 5) ; or il ne peut y avoir sur la *blastula* un grand nombre d'invaginations développées de cette manière, car il est évident qu'elles se gêneraient les unes les autres ; l'une d'elles se développant surtout, nous avons un être vivant présentant la forme d'une *gastrula* par invagination ; cette *gastrula* elle-même ne pourra croître qu'en se modifiant, en augmentant son aire nutritive : ce qui augmente évidemment l'intégrale q' en rendant plus grande la surface sur laquelle on intègre, car tous les éléments de l'intégrale sont positifs : il devra donc se former de nouveaux plissements de l'endoderme donnant de nouveaux feuilletts par processus wolfien et compliquant par suite la forme du corps.

Nous retrouvons donc ici ces idées que la *gastrula* par invagination est la *gastrula* primitive, et le processus wolfien le processus primitif de la formation des teuillets, idées déjà formulées en loi par M. GIARD. C'est en s'appuyant sur les considérations qui nous ont conduit à la notion de force évolutive, que M. HOUSSAY explique la forme métamérique des enterocèles. En outre, nous voyons qu'à côté des ANIMAUX caractérisés par leur passage phylogénique par le stade *gastrula*, c'est-à-dire par un développement par invagination, il n'a pu se former que des VÉGÉTAUX caractérisés par leur développement par ramification à partir d'une cellule, d'une *morula*, ou d'une *blastula*, et enfin des PROTISTES ne présentant aucun de ces caractères et pouvant être, suivant que leur protoplasma était ou non cellulosique, des ancêtres de végétaux ou d'animaux.

En outre, si l'ontogénie reproduit la phylogénie, nous devons retrouver l'un de ces modes de développement chez un être vivant quelconque ; en particulier c'est bien ce que semble montrer l'embryogénie végétale : les Thallophytes répondant à peu près au premier groupe de végétaux défini plus haut, les Cryptogames vasculaires et Phanérogames aux suivants.

Paris, 30 décembre 1894.





LES TUBES DE MALPIGHI DES HYMÉNOPTÈRES (1),

PAR

L. BORDAS,

Licencié ès sciences physiques et ès sciences naturelles, Docteur ès sciences.

Planches X-XII.

I. — HISTORIQUE.

Beaucoup d'articles isolés, des mémoires d'ensemble, ont été écrits sur les *tubes de Malpighi* des Insectes en général, des Coléoptères surtout ; aussi, avant d'entreprendre l'étude morphologique complète de ces glandes qui, chez les Hyménoptères n'ont été décrites *qu'en quelques lignes*, allons-nous résumer succinctement tout ce qui a été dit à ce sujet sur les Hexapodes et passer en revue les opinions fort diverses qui ont été émises concernant la fonction physiologique de ces organes.

MALPIGHI (2) (1669) est le premier Zoologiste qui découvrit ces appendices dans le ver à soie. Il en fit une description très sommaire et les désigna sous le nom de *vasa varicosa*. Quelques auteurs, interprétant mal certains passages de son livre, le considèrent comme ayant homologué ces glandes aux vaisseaux lactés. Le savant italien n'a émis aucune opinion sur leur fonction et termine simplement sa description par cette phrase interrogative :

An verò vasa lacteis analoga ?

(1) Un résumé très succinct de ce travail a été publié dans notre thèse intitulée : *Appareil glandulaire des Hyménoptères* (novembre 1894). V. aussi les *Annales des Sciences Naturelles*, 7^e série, T. XIX.

(2) *Dissertatio epistolica de Bombyce*. 1669.

SWAMMERDAM (1) (1752) trouva ces tubes chez beaucoup d'insectes. Il étudia principalement ceux de la larve d'Abeille et de quelques autres Hexapodes à l'état adulte et les désigna, à cause de leur terminaison en cœcum, sous les noms divers de *vaisseaux aveugles*, *vaisseaux variqueux*, etc .. Leurs fonctions lui ont complètement échappé, car il dit lui-même dans son mémoire qu'il ignore quel peut être leur usage.

LYONNET (2) (1762), dans son traité sur la Chenille, les considère comme des tubes absorbants et les compare à l'intestin grêle.

GAEDE (3) (1819), parle des tubes de Malpighi, fait à leur sujet quelques expériences peu concluantes et leur attribue, comme Lyonnet l'avait fait, des fonctions absorbantes.

CUVIER (4) fait, en 1802, de nombreuses recherches sur les vaisseaux de Malpighi et déclare hautement que ces *vasa varicosa* sont des organes excréteurs de la bile et jouent un rôle prépondérant dans les phénomènes de la digestion. Son opinion, comme on va le voir, a été adoptée par de nombreux entomologistes, parmi lesquels nous pouvons citer POSELT (5) et RAMDOHR (6). Ce dernier auteur, en s'occupant des phénomènes digestifs chez les Insectes, regarde ces appendices du tube digestif comme des vaisseaux hépatiques séparés de l'intestin par une fine membrane. Plus tard, il étudia la structure de ces organes et s'attacha à démontrer, ainsi que l'avait fait CUVIER, que le produit de leur sécrétion modifie les substances alimentaires.

TRÉVIRANUS (7) attribue aux glandes qui nous occupent une fonction analogue à celle des vaisseaux biliaires.

HEROLD (8), se basant sur l'insolubilité dans l'eau des granules sécrétés par les tubes de Malpighi, est le premier des entomologistes

(1) *Biblia naturæ. Collect. Acad.*, T. V, p. 267. 1752.

(2) *Traité anatomique de la chenille*. 1752.

(3) *Observations physiologiques sur les vaisseaux biliaires des Insectes*. (V. *Ann. des Sc. Physiques*, 1819, p. 194).

(4) *Arch. de Physiologie*, T. V, p. 124.

(5) *Beitrag zur Anatomie der Insecten*. 1804. p. 11.

(6) *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Ins.* 1811.

(7) *Vermischte Schriften* Bd. II, 1u. dessen *biologie* Bd. IV, 1814.

(8) *Entwicklungsgeschichte der Smetterlinge*, p. 23. 1815.

qui ait considéré ces organes comme des appareils d'excrétion chargés d'enlever au sang et de rejeter au dehors les substances nuisibles à l'organisme.

BRUGNATELLI (1) démontra, en 1815, comme l'avait fait HEROLD, qu'il existe de l'acide urique dans les excréments des Insectes et que cet acide provient des tubes de Malpighi. Ce sont ces deux savants qui, les premiers, ont posé les bases de la théorie, admise de nos jours, sur les fonctions de ces organes.

RENGGER (2), en 1817, leur attribue nettement des fonctions urinaires et les considère comme des organes homologues aux reins et cela, en se basant sur leur mode d'insertion et sur l'insolubilité des produits de leur sécrétion. Mais, ce n'était là qu'une simple hypothèse, qu'une pure supposition, puisqu'il passe sous silence leur structure histologique et néglige d'analyser leur contenu.

VURZER (3) et, plus tard, CHEVREUL vinrent confirmer les vues de RENGGER en constatant, dans les produits sécrétés par les tubes de Malpighi, à côté du carbonate et du phosphate de chaux, de l'urate d'ammoniaque et de potasse.

DUTROCHET (4) doit être rangé parmi ceux qui considèrent les tubes de Malpighi comme des glandes hépatiques.

J. F. MECKEL (5) leur attribue une fonction *urino-biliaire* et les regarde comme chargés de sécréter la bile et d'excréter l'urine. Cette théorie de *sécrétion* et d'*excrétion*, admise à propos d'un même organe, fut adoptée par plusieurs naturalistes et entre autres par TIEDEMAN et MÜLLER. C'est lui qui, en 1829, les appela *vaisseaux de Malpighi*, en mémoire du premier zoologiste qui les avait découverts. Jusqu'à cette époque, on les avait désignés sous les noms de *vaisseaux de la bile* ou de *vaisseaux de l'urine*.

STRAUS-DURKHEIM (6) considère, chez le Hanneton, deux sortes de tubes de Malpighi auxquels, d'après lui, sont dévolues deux fonctions

(1) Giornale di fisica, T. 2. 1815.

(2) Physiologische untersuchungen über den thierischen Haushalt der Insecten. 1817.

(3) Chemische untersuchungen des stoffes i. d. Gallgefassen. V. Bombyx mori in Meckel's Arch. f. Phys. Bd. IV.

(4) Voir Journal de Physique, etc. 1818.

(5) Ueber die Gallen und Harnorgane der Insecten, 1826. p. 21.

(6) Voir les Considérations sur l'anatomie comparée du Hanneton. 1828

physiologiques différentes : les uns frangés, variqueux, correspondent au foie et sont chargés de sécréter la bile et les autres, lisses et unis, sont les homologues du rein.

SUCKOW (1) attribue à ces glandes la fonction de sécréter la bile et de déverser, dans le tube digestif, des liquides chargés d'oxyder les substances alimentaires.

CARUS (2), à peu près à la même époque, n'ayant pas un nombre suffisant d'expériences probantes pour exprimer une opinion personnelle, se range, sans le déclarer ouvertement, à l'opinion de CUVIER.

POUR BURMEISTER (3), les tubes de Malpighi sont des organes hépatiques chargés de sécréter la bile. Pourtant, il n'est pas très explicite à ce sujet et donne à entendre qu'ils peuvent tout aussi bien être considérés comme des organes excréteurs.

V. AUDOUIN (4), dans deux notices, publiées en 1836, à propos d'acide urique trouvé dans les tubes de Malpighi d'une Lucane, adopte l'opinion de certains de ses devanciers qui avaient attribué à ces organes une fonction urino-biliaire.

LEUCKART (5) étudie, en quelques lignes, les tubes de Malpighi d'un petit nombre d'insectes à l'état larvaire et à l'état adulte et constate que leur nombre, leur longueur, leur direction et leur mode d'insertion sont caractéristiques pour certains d'entre eux. D'après lui, ils correspondent aux glandes uriques des animaux supérieurs.

LACORDAIRE (6) attribue aux tubes de Malpighi une double fonction, *urique* et *biliaire*.

DUVERNOY (7), ne possédant pas un nombre suffisant d'expériences concluantes et, séduit par les brillantes théories de MECKEL et de ses élèves, considère ces glandes comme des organes *urino-biliaires*.

(1) V. *Zeitsch. f. organische Physik*. Bd. III. 1829.

(2) Voir son *Traité d'Anatomie Comparée*, T. II, p. 254.

(3) *Handbuch der Entomologie*. Bd. I, p. 401. 1832.

(4) V. *Ann. des Sc. Nat.*, 2^e série, T. V, p. 129. 1836.

(5) R. WAGNER. *Zootomie. Anat. und Physiol. der Wirbellosen Thiere*, 1843. p. 99.

(6) Introduction à l'Entomologie, T. II. 1834.

(7) Leçons d'Anat. comparée de G. CUVIER, 2^e Edition, T. V, p. 357 (1837) et T. VII, p. 817 (1840).

DOYÈRE (1) cite vaguement, en décrivant le tube digestif des *Cigales*, les vaisseaux hépatiques et bilio-urinaires sans cependant donner, à leur sujet, des descriptions anatomiques et physiologiques exactes.

DUFOUR (2), dans un mémoire de 36 pages, très intéressant et fort remarquable pour l'époque, fait l'anatomie des tubes de Malpighi de quelques espèces appartenant aux familles des *Labidoures*, des *Coléoptères*, des *Névroptères*, etc., et termine son étude par des considérations physiologiques.

Le foie, dit DUFOUR, chez les animaux à circulation liquide, forme un organe circonscrit, plus ou moins volumineux, une glande parenchymateuse, à texture compliquée, ne constitue, au contraire, chez les animaux à circulation aérienne, que des vaisseaux isolés, simples, filiformes et capillaires, tantôt très longs et alors peu nombreux, tantôt courts et alors plus multipliés. Mais, chez tous les animaux, le foie a pour mission de sécréter un liquide, ou jaune, ou vert, ou brun, ou violet, ou incolore, d'une saveur amère, la *bile*, qui est destinée à accomplir la digestion. Les tubes de Malpighi sont des *vaisseaux biliaires*, l'organe hépatique, le FOIE des Insectes, et le liquide qu'ils sécrètent est la *bile*. Donc, pour DUFOUR, les tubes de Malpighi ne sont qu'une *glande hépatique déroulée*.

F. HELLER (3), dans un article paru dans les Archives de Chimie, intitulé : « *Harnsäure, ein reichliches Excret der Schmetterlinge* », dit avoir constaté que les Papillons, par rapport au poids de leur corps, sont, de tous les animaux, ceux qui excrètent le plus d'acide urique. L'affirmation n'est peut-être pas tout à fait exacte, si l'on songe à l'énorme quantité d'urates produits par les Oiseaux et les Reptiles.

H. MECKEL (4) est le premier des entomologistes qui ait fait, d'une façon fort incomplète, il est vrai, l'histologie des vaisseaux de Malpighi et reconnu la présence de l'*acide urique* dans l'intérieur même des cellules épithéliales.

(1) Voir les *Ann. des Sc. Nat.*, T. XIX. 1843.

(2) Mémoire sur le foie des Insectes. *Ann. Sc. Nat.*, T. XIX. 1843.

(3) *Arch. f. Chemie und Mickros*, p. 132, Vien, 1844.

(4) Voir : *Müller's Arch. für Anat. und Physiol.*, p. 282 (1846).

Sans nous attarder à analyser leurs œuvres, souvent fort considérables, citons VAN DER HOEVEN (1), C. VOGT (2), L. FISCHER (3), etc..., comme étant des zoologistes qui, se basant sur des analyses chimiques, ont considéré les tubes de Malpighi comme des *organes urinaires*.

LEYDIG (4) consacre à peine une demi-page aux vaisseaux de Malpighi de quelques insectes (*Musca*, *Tabanus*, etc.). Pour lui, ces organes sont de deux sortes : les uns, jaunâtres, sécrétant une espèce de fiel et les autres blancs, analogues aux reins. Il admet que ceux de la *Gryllotalpa*, transportent les deux sortes de sécrétions et représentent, chacun à la fois, une *glande hépatique* et un *rein*. Il est donc partisan de la théorie de MECKEL, de BURMEISTER, d'AUDOUIN, etc., qui considéraient les vaisseaux de Malpighi comme des glandes *bilio-urinaires*.

KÖLLIKER (5) et SCHLOSSBERGER (6), se basant sur des considérations anatomiques et surtout physiologiques, combattirent, avec succès, la théorie de LEYDIG et démontrèrent, d'une façon irréfutable, l'homologie fonctionnelle des tubes de Malpighi avec les glandes urinaires.

SIRODOT (7), qui a étudié les tubes de Malpighi de quelques insectes, surtout ceux de *Oryctes nasicornis*, du *Melolontha* et de la *Cetonia*, a rectifié certaines erreurs de Dufour relatives à leur double insertion et fait de nombreuses expériences chimiques et des observations microscopiques au sujet du produit de leur sécrétion. Se basant sur les résultats de ses recherches, il admet que les tubes de Malpighi sont, avant tout, des organes urinaires.

G. BASH (8), en étudiant les tubes de Malpighi chez la Blatte et après quelques expériences physiologiques, est arrivé, comme SIRODOT, KÖLLIKER, etc., à admettre que ces appareils tubuleux sont des glandes uriques.

(1) Handbuch der Zoologie, p. 245, Bd. I. 1851.

(2) Zoologische Briefe. 1851.

(3) *Orthoptera europea*. 1853.

(4) Voir : *Muller's Arch. : Zur Anat. der Insecten*, p. 158 (1859).

(5) *Zur feinern Anat. der Insecten i. d. Verhandlg. d. phys. medici. Gesells in Würzburg*. Bd. III, p. 225 1857.

(6) *Die Krystalle der Malpighi'schen Gefässe*, in *Muller's Arch.*, p. 61. 1857.

(7) Thèse : *Recherches sur les sécrétions des Insectes*. (Voir les *Ann. des Sc. Nat. Zool.* 1858)

(8) *Untersuch. üb. d. Chylo-u. uropoeti. Syst. d. Blatta orientalis*. Vien. 1858.

RATHKE (1) a également observé ces organes chez de jeunes larves de *Gryllotalpa*.

GRÜBER (2), qui a étudié les tubes de Malpighi chez quelques larves d'Insectes et leur destruction pendant la nymphose, les considère comme des glandes uriques et fait jouer au rectum le rôle de vessie urinaire.

ZADDACH (3) les regarde, chez les larves des *Phryganides*, comme indépendants du rectum.

WEISMANN (4), en étudiant le développement des Diptères, attribue l'origine de ces tubes à des appendices solides du rectum. Pour BÜTSCHLI (5), les tubes de Malpighi sont bien des évaginations rectales, mais des évaginations creuses. Ce dernier auteur est dans le vrai, *ainsi que nous l'avons constaté sur de nombreuses larves d'Hyménoptères*. HATSCHKE (6) est arrivé aux mêmes résultats en faisant l'embryogénie des Lépidoptères.

PLATEAU (7), dans ses recherches sur les phénomènes digestifs chez les Insectes, considère les tubes de Malpighi comme des organes éliminateurs exclusivement *urinaires*.

Enfin SCHINDLER (8), dans un remarquable travail, résume les opinions et les recherches de ses devanciers sur les tubes de Malpighi de tous les Insectes en général. Il passe en revue les principales familles de cet ordre, mais consacre à peine *deux pages* aux organes uriques des Hyménoptères.

Telle est, en résumé, l'énumération à peu près complète des travaux faits, depuis deux cents ans, sur les tubes de Malpighi des Hexapodes. On peut voir que ces organes ont été considérés successivement, soit comme des *vaisseaux biliaires*, soit comme des *vaisseaux uriques*, soit enfin comme un *appareil bilio-urinaire*.

(1) Entwicklung. der Gryllotalpa, in *Muller's Arch.* 1844.

(2) Voir : *Muller's Arch.* 1849. Hft I. u. II.

(3) Die Entwick. des Phry. 1854.

(4) Entwicklung der Musca vomitaria im *Ei. Zeitschrift* Bd. XIII.

(5) Zur Entwicklung. der Biene.

(6) Beiträge Zur Entwickl. d. Lepidopteren. Inaug. Dissert. 1877.

(7) Voir les *Mémoires de l'Ac. Roy. des Sc. de Belgique*, 1874 et 1876, T. XLI et XLII.

(8) Beiträge zur Kenntniss der Malpighi'schen Gefässe der Insecten, in *Zeit. f. wiss. Zool.*, 1878, p. 587.

Dans le paragraphe suivant, nous allons résumer nos observations concernant la morphologie et la disposition des tubes de Malpighi de 140 espèces (larves et adultes), appartenant aux principales familles de l'ordre des Hyménoptères.

II. TUBES DE MALPIGHI DES LARVES ET DES ADULTES.

On a pu voir, par la lecture du paragraphe précédent, que les divers auteurs qui ont étudié les tubes de Malpighi des Insectes ont pris, comme types de leurs descriptions, les plus gros représentants de cette classe et, s'ils ont abordé les Hyménoptères, ils n'ont étudié ces organes uniquement que chez l'Abeille, la Guêpe et quelques espèces voisines.

Nous nous sommes adressé aux diverses familles du sous-ordre des Aculeata, ainsi qu'à une quarantaine d'espèces appartenant aux Terebrantia, et allons décrire, dans ce mémoire, la morphologie, la disposition et le nombre de ces organes dans un grand nombre de genres pris, la plupart, à deux phases de leur existence : 1^o à l'état larvaire et 2^o à l'état adulte.

1^o Tubes de Malpighi des larves d'Hyménoptères.

(V. Pl. X, Fig. 1, 2, 4 et 5).

Nous avons étudié les tubes de Malpighi chez de nombreuses larves appartenant aux genres *Bombus*, *Psithyrus*, *Vespa*, *Polistes*, *Eumenes*, *Ammophila*, *Psammophila*, *Cerceris*, *Odynerus*, *Chrysis*, etc., et avons rencontré partout une grande uniformité, quant à leur nombre.

Chez les divers *Bombus* (V. Pl. X, fig. 6), les vaisseaux de Malpighi larvaires sont constants et atteignent le chiffre quatre. Ils sont fixés à l'extrémité supérieure conique de l'invagination postérieure, laquelle donnera naissance, plus tard, à l'intestin terminal. Cette cavité, terminée à son sommet par un cœcum plus ou moins arrondi, s'applique contre l'extrémité terminale de l'intestin

et émet quatre longs diverticules constituant les glandes en question. Ces organes tubuleux sont disposés par paire aux deux extrémités d'un même diamètre. Dès leur origine, il se soudent au tube digestif auquel ils adhèrent intimement et duquel ils paraissent s'échapper. On peut cependant les séparer facilement par simple traction et en opérant avec ménagement, de façon à éviter toute rupture. On peut, de même, en exerçant la traction dans le sens postéro-antérieur, écarter l'intestin de l'invagination rectale et observer, au sommet de cette dernière, soit les tubes demeurés intacts, soit des cicatrices circulaires indiquant leur point d'attache.

Chez les larves de *Bombus muscorum*, *B. terrestris*, etc..., ils se dirigent en avant en décrivant de nombreuses sinuosités; puis, arrivés un peu en arrière de la portion rétrécie du tube digestif, ils se recourbent et se terminent par un renflement sphérique. Ils sont plongés dans le tissu adipeux de la face ventrale du corps et renferment un contenu verdâtre, formant çà et là des grumeaux plus ou moins compacts, qu'on aperçoit par transparence à travers les parois. Tous ces tubes sont parcourus, à leur surface, par de minces filaments blanchâtres provenant des faisceaux trachéens. Les derniers ramuscules sont si ténus que leur lumière est à peine visible, même aux plus forts grossissements.

Ces glandes sont également au nombre de quatre et présentent à peu près les mêmes dispositions chez les larves des Psithyrinae, (*Psithyrus rupestris*, *Psi. barbutellus*, etc....) Pourtant, elles sont, dans bien des cas, imparfaitement cylindriques, légèrement moniliformes et portent, de distance en distance, des renflements séparés par des étranglements étroits et peu profonds.

Chez les larves des Vespidae (*V. germanica*, *V. crabro*, *V. media*, *V. vulgaris*, etc...), les tubes de Malpighi, également au nombre de quatre, sont situés de chaque côté de la partie terminale renflée de l'invagination rectale appliquée contre l'extrémité postérieure de l'intestin. Ils sont presque toujours uniformément cylindriques ou présentent parfois (*V. crabro*, *V. rufa*), de distance en distance, de légers renflements ovoïdes séparés par de faibles constrictiones. Leur partie postérieure est peu sinueuse. Il se dirigent, appliqués contre les parois du tube digestif par de minces filaments trachéens, vers la partie antérieure du corps, en décrivant de légères circonvolutions à droite et à gauche.

Arrivés près de l'origine de l'œsophage (portion antérieure rétrécie du canal intestinal), ils se recourbent en arrière, pénètrent dans le tissu adipeux qui repose sur les parois latérales, se contournent en tous sens et forment finalement un réseau presque inextricable. Il est très difficile, en effet, de suivre, sans les briser, les innombrables circonvolutions qu'ils décrivent. Pourtant, en dissolvant le tissu adipeux dans le xylène ou la benzine, on parvient à les isoler en presque totalité. Complètement étalés, ils dépassent (*V. germanica*, *V. rufa*, etc..) quatre ou cinq fois la longueur du corps de la larve. Ces tubes sont recouverts d'une membrane externe ou basilaire assez épaisse, parcourue par d'innombrables ramuscules trachéens, supportant un épithélium formé par une rangée unique de grosses cellules polygonales, à contour très net, contenant un gros noyau central ou légèrement excentrique, entouré d'un protoplasme granuleux. Enfin, au centre existe un large lumen, occupant les $\frac{2}{3}$ du diamètre du tube. Vers leur partie terminale, ces canaux sont compacts et leurs cellules sécrétrices difficilement visibles, tandis que, à leur origine, la membrane recouvrante, plus mince, permet d'apercevoir plus nettement l'épithélium interne.

On peut, en observant ces organes chez de jeunes larves récemment tuées, apercevoir la circulation du produit qu'ils sécrètent. En effet, après avoir ouvert l'insecte, les tubes de Malpighi se reconnaissent, serpentant à la surface du tube digestif, à la couleur verdâtre de leur contenu. Un simple examen à la loupe permet alors de voir circuler, dans leur intérieur, un liquide épais et fortement coloré. En outre, si l'on prend une portion quelconque du tube et qu'on la place sur le porte-objet du microscope, on aperçoit un liquide verdâtre, dans lequel nagent d'innombrables granules cristallins, s'échapper par saccades de l'orifice demeuré béant.

En variant légèrement l'expérience et pressant faiblement un de ces tubes à peu de distance de son point d'attache, on parvient sans peine à faire couler une certaine quantité de son contenu dans l'invagination rectale. Le liquide qui s'échappe se présente sous la forme d'une masse compacte, épaisse, transparente, comprenant une partie incolore et hyaline, au milieu de laquelle nagent de nombreux cristaux, rectangulaires, cubiques, prismatiques, lamellaires ou en aiguilles, mêlés et associés de mille façons.

Chez les larves des autres Hyménoptères que nous avons étudiés : *Polistes*, *Eumenes*, *Cerceris*, *Chrysis*, *Ammophila*, etc., (V. Pl. X, fig. 5), le nombre des tubes de Malpighi, toujours constant, est également de quatre. Ce sont des canaux de longueur variable, cylindriques, plus ou moins flexueux et terminés par une portion cœcale arrondie. *Ils dépendent toujours du rectum, dont ils ne sont que des évaginations démesurément allongées.*

Cette étude, quoique succincte des tubes de Malpighi larvaires, nous montre que ces organes, par leur abondante sécrétion, par la nature de leur contenu, dont nous parlerons plus loin, et surtout par leur mode d'insertion, doivent être considérés comme des *organes excréteurs*, chargés d'éliminer au dehors les substances nuisibles à l'organisme.

2^e Disparition des tubes de Malpighi larvaires.

Apparition de ceux de l'adulte.

Avant de passer à l'étude morphologique des tubes de Malpighi des Hyménoptères adultes, nous allons résumer nos observations sur la destruction de ces organes, chez les larves, au moment de la nymphose. Nous avons étudié ce phénomène chez les *Bombinæ*, les *Psithyrinæ*, les *Vespinæ*, les *Polistinæ*, les *Eumeninæ* et quelques *Sphecinae* (Ammophiles et Psammophiles). V. Pl. X, Fig. 3 et 7 ; Pl. XI, fig. 1, 2, 3, 6, 8, 9).

Quand on examine les tubes de Malpighi d'une larve âgée de *Bombus muscorum*, sur le point de passer à l'état de nymphe, on les voit encore, au nombre de quatre fixés, par un de leurs bouts, à l'anneau circulaire, sur lequel apparaissent déjà de nouveaux appendices infiniment plus nombreux, plus minces et plus courts que les premiers. Les parois des tubes, en voie de disparition, deviennent transparentes en même temps que l'épithélium se résorbe peu à peu. Çà et là pourtant, on observe quelques rares cellules sphériques, à contour peu apparent, à protoplasme granuleux, vacuolaire, sans traces de noyau. Le diamètre des tubes diminue en même temps que leurs parois deviennent plus flasques. En outre, les cristaux que renfermait jadis leur contenu disparaissent peu à

peu, alors que la matière finement granuleuse augmente en quantité. Vers la fin de la vie larvaire et au début de la nymphose, il est très difficile d'apercevoir, chez les *Bombus lapidarius*, *B. pratorum*, *B. sylvarum*, *Bombus hypnorum* et les *Psithyrus*, les nouveaux tubes de Malpighi, tant ils sont courts et peu apparents. Pourtant, à l'origine de l'intestin postérieur, on peut remarquer, à l'aide d'un fort grossissement, une série de petits appendices terminés en massue, rangés en cercle (V. Pl. X, fig. 3), se touchant à leur origine et pouvant facilement se compter, grâce à leur terminaison en pointe arrondie (V. Pl. XI, fig. 1). Ce sont des évaginations en doigt de gant de l'intestin postérieur, pourvues d'un lumen central très étroit et d'un épithélium présentant, à cet état, de nombreuses ressemblances avec celui de l'intestin postérieur. Ces tubes, hyalins et transparents, ont leur point d'attache sur un léger bourrelet annulaire correspondant à une rigole interne de même forme, placée à l'origine de l'intestin terminal. Ils sont généralement soudés à leur base, et leurs orifices, nettement distincts, sont circulaires et placés au-dessous d'une valvule à six branches (V. Pl. XI, fig. 4), indiquant la ligne de séparation des deux parties terminales du canal digestif.

Sur le même bourrelet et à côté des nouveaux tubes de Malpighi sont encore fixés ceux de la larve, lesquels, à cette époque de la vie, fonctionnent bien moins activement qu'au stade précédent. Ils présentent, à leur partie inférieure, un léger renflement vésiculaire séparé par un repli circulaire du court pédicule terminal. A ce repli correspond un faible bourrelet jouant le rôle de valvule et empêchant le retour, dans l'intérieur du tube, des produits déversés dans le rectum. Au moment de leur histolyse, les tubes de Malpighi larvaires présentent une structure un peu différente de celle que nous avons décrite précédemment. Ils sont entourés d'une mince enveloppe parcourue par de nombreux filaments trachéens (V. Pl. XII, fig. 9 et 10). Au-dessous de cette première membrane existe l'épithélium formé par des cellules sphériques ou ovales, séparées les unes des autres, à contenu hyalin, parfois granuleux et vacuolaire et le plus souvent sans traces de noyaux. Ces tubes, en voie de dégénérescence, sont irrégulièrement cylindriques. Renflés et étranglés de distance en distance, ils présentent, sur une certaine partie de leur étendue, la forme d'un chapelet.

Chez les *Vespinæ*, *Polistinæ*, *Eumeninæ*, etc., il est curieux d'observer la destruction des tubes de Malpighi de la larve et leur remplacement par les vaisseaux définitifs de l'imago ou de l'adulte. Le phénomène peut être facilement observé chez les jeunes nymphes de *Vespa crabro*, de *Polistes*, d'*Eumenes* et de *Cerceris*. Quand on a ouvert une *Vespa crabro*, au début de la période nymphale, on peut voir au milieu d'une masse compacte de tissus adipeux, les tubes de Malpighi larvaires, reconnaissables, de distance en distance, à leur couleur jaune foncé ou vert pâle, décrivant de nombreuses circonvolutions et dépassant trois ou quatre fois la longueur du corps de l'insecte. Ils présentent un aspect variqueux et sont pourvus, çà et là, de légers renflements séparés par des étranglements peu prononcés. Leur membrane enveloppante, mince et transparente, laisse apercevoir une masse interne compacte, granuleuse, de couleur vert pâle, au milieu de laquelle nagent de nombreux cristaux microscopiques, beaucoup moins volumineux cependant que ceux qu'on observe chez la larve. Vers la partie postérieure abondent surtout des aiguilles et des prismes cristallins octaédriques. La couche sécrétante est pourtant partiellement détruite, et c'est à peine si on peut apercevoir quelques cellules pourvues de noyaux. On observe ainsi tous les intermédiaires entre les cellules qui ont disparu en partie et celles, très rares du reste, qui ont conservé leur forme primitive. Les unes sont complètement méconnaissables, et seuls, quelques-uns de leurs débris nagent au milieu des produits sécrétés, et les autres ne sont que partiellement déformées. La destruction des tubes de Malpighi commence toujours vers l'extrémité antérieure et se poursuit progressivement en arrière, vers leur point d'insertion avec l'intestin postérieur. En effet, à la partie antérieure, toute trace d'épithélium a disparu et on n'observe, à la place des cellules, que de petites masses compactes ou granuleuses dues à des substances uriques agglomérées. Par une faible traction exercée transversalement, on parvient à arracher les tubes et à produire ainsi un orifice circulaire béant, situé à la surface d'un bourrelet annulaire appartenant à l'intestin terminal.

En examinant, à diverses reprises, de très jeunes nymphes de *Vespidæ* *V. crabro*, *V. germanica*, etc. (V. Pl. XI, fig. 4), on peut assister aux premières phases du développement des tubes de Malpighi de l'imago. Ce ne sont, tout d'abord, que de petites évagina-

tions hémisphériques (V. Pl. X, fig. 7) de l'extrémité antérieure de la dernière portion de l'appareil digestif. Mais, peu à peu ces évaginations proéminent au dehors, deviennent cylindriques, et, quand elles ont acquis 0^{mm} 4 ou 0^{mm} 5 de longueur, elles s'amincissent vers le bas et prennent l'aspect d'un doigt de gant ou plutôt d'une petite massue, portant à son sommet un renflement globuleux. L'appendice est hyalin, transparent et présente un canal central capillaire, infiniment plus étroit que les parois qui l'entourent. Chez les *Polistinae*, les *Eumeninae*, etc., on observe des phénomènes à peu près identiques. Dans le *Polistes gallica* (V. Pl. XI, fig. 3), la dégénérescence des tubes de Malpighi larvaires passe par les mêmes phases que chez les *Bombus* et les *Vespa*. Elle commence à la partie antérieure de la glande et se poursuit peu à peu jusqu'à son point d'insertion sur le tube digestif. En effet, en avant, l'épithélium glandulaire a presque complètement disparu, la membrane externe, ridée et plissée, s'affaisse progressivement, tandis que la portion terminale a une structure presque normale et possède une couche de cellules polygonales, à peu près régulières, renfermant de nombreuses granulations périnucléaires de teinte jaunâtre. Les cellules sont, en outre, séparées par des espaces rectangulaires, assez étroits et incolores. Enfin, chez les jeunes nymphes de *Polistes*, comme dans celles de *Vespa*, les tubes de Malpighi de l'adulte apparaissent, sur le pourtour du renflement annulaire prérectal, sous forme de petites digitations creuses, très nombreuses, formant une sorte de collerette et terminées, à leur sommet, par une calotte hémisphérique. (V. Pl. XI, fig. 2 pour les *Cilissa*, fig. 5 pour les *Osmia*, fig. 6 pour les *Halictus*, fig. 7 pour les *Andrena*, etc.)

3° Tubes de Malpighi des Hyménoptères adultes.

(V. Pl. XII, fig. 1, 2, 3).

Dans la troisième partie de ce mémoire, nous allons étudier successivement, en suivant le plan précédemment adopté, la morphologie, le nombre et la disposition des tubes de Malpighi dans 150 espèces environ, prises dans les diverses familles de l'ordre des Hyménoptères. Nous ne parlerons pas de ces organes chez les nymphes, attendu que leur forme et leur disposition sont à peu près les mêmes

que celles qu'on observe chez les *adultes* et qu'ils ne diffèrent de ceux de ces derniers que par leur ténuité et leur teinte d'un blanc plus intense.

1° *Bombinæ*. — La description que nous allons donner des tubes de Malpighi du *Bombus pratorum* peut s'appliquer, sans modifications sensibles, aux autres espèces appartenant au même genre. Ces organes, insérés sur un bourrelet annulaire de l'extrémité antérieure de l'intestin terminal, sont cylindriques, filiformes, longs de 7 à 8^{mm} et disposés en plusieurs faisceaux : un faisceau inférieur, un faisceau supérieur et deux faisceaux latéraux. Les deux premiers recouvrent les dernières courbures de l'intestin moyen, remplissent d'un feutrage peu compact les espaces compris entre ses circonvolutions et maintiennent, dans une position fixe, le repli gauche et embrassant de l'intestin postérieur. Quant aux faisceaux latéraux, ils sont moins nets que les premiers et envoient, dans presque toutes les directions, des filaments cylindriques, sinueux et blanchâtres. Le nombre de ces tubes est très considérable ; j'en ai compté successivement :

112 chez le *Bombus muscorum* ;

104 chez le *Bombus pratorum* ;

97 à 108 chez le *Bombus terrestris*.

Le nombre des tubes de Malpighi est le même chez les *nymphes* : ce qui prouve que ces organes ne font que s'accroître en longueur pendant que les insectes s'acheminent vers l'état adulte.

Ce sont partout des vaisseaux relativement courts, flexueux, cylindriques, minces, grêles, entourant, soit la portion amincie de l'intestin postérieur, soit le rectum ou les dernières circonvolutions de l'intestin moyen. Chez toutes les espèces, ils sont groupés en faisceaux nettement séparés les uns des autres et largement étalés à la surface des organes abdominaux. Ils vont tous se fixer sur le même bourrelet, où ils se disposent, soit sur une même ligne circulaire, soit sur deux ou plusieurs lignes (cas très rare), de façon à constituer plusieurs rangées irrégulières. Leur nombre, très considérable, dépasse très souvent 100, mais varie non seulement suivant les sexes, mais parfois même suivant les individus appartenant à une même espèce.

Voici encore d'autres moyennes que j'ai trouvées, en comptant ces tubes sur un grand nombre de Bombinæ : les *B. lapidarius* possèdent 105 tubes de Malpighi ; les *B. pomorum*, 112 ; les *B. hypnorum*, 100 ; les *Bombus sylvarum*, 110 ; les *B. subterraneus*, 114, etc....

2° *Psithyrinæ*. — Chez les *Psithyrus rupestris*, *P. barbutellus*, le nombre des tubes de Malpighi est également très élevé et dépasse 100. Ils sont, dès leur origine, disposés en deux faisceaux principaux, dont l'un parcourt la face dorsale du repli transverse de l'intestin moyen et l'autre est compris entre ce dernier et la courbure terminale de la portion grêle de l'intestin postérieur.

3° *Megachilidæ*. — Les tubes de Malpighi de l'*Osmia parietina*, l'*Os. cærulescens*, etc. sont très ténus, cylindriques, filiformes et sinueux. Ils sont disposés en une rangée unique et insérés à l'extrémité antérieure de l'intestin terminal, presque au contact de l'intestin moyen. Comme ils sont très courts, ils ne forment pas de faisceaux nettement limités et se disposent, très irrégulièrement, soit autour de la dernière courbure de l'intestin moyen, soit autour de la portion grêle de l'intestin terminal, et n'atteignent que très rarement le rectum.

4° *Andrenidæ*. — Le nombre et la disposition des tubes de Malpighi présentent, chez l'*Andrena pilipes*, l'*And. tibialis*, l'*And. marginata*, l'*And. pratensis*, etc..., les mêmes caractères que chez les Bombinæ et les *Psithyrinæ*. Ces organes sont très nombreux, de 115 à 125, et insérés, d'une façon irrégulière, sur un bourrelet situé à l'origine de l'intestin postérieur. Ce sont des filaments grêles, cylindriques, très flexueux, courts et de couleur blanchâtre. Ils forment trois faisceaux nettement distincts, dont l'un, de beaucoup le plus considérable, recouvre, comme d'un vaste réseau, la portion médio-inférieure gauche de l'intestin moyen ; le second est concentré dans la courbure en fer à cheval de cette même division du tube digestif et enfin, le troisième, allongé et sinueux, s'étend sur le côté gauche de la portion rectiligne de l'intestin postérieur, jusqu'au rectum.

Les tubes de Malpighi ne présentent, chez l'*Halictus*, aucune particularité importante. Ils sont pourtant bien moins nombreux

que chez les *Andrena* et leur nombre ne dépasse pas 40. J'en ai compté successivement : 35, 38, 40, etc. Ils sont relativement longs, cylindriques, flexueux et d'une teinte terne. Chez les femelles, ils ne forment que deux faisceaux, dont l'un, transverse, recouvre la dernière partie de l'intestin moyen et l'autre, dirigé en arrière, enveloppe de ses replis la portion grêle de l'intestin terminal. Chez les mâles, au contraire, on reconnaît distinctement trois faisceaux : l'un transversal recouvrant une partie de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur, et deux latéraux s'étendant, en arrière, de chaque côté du rectum, au-dessus de l'armure génitale.

Les vaisseaux uriques des divers *Sphécodes* sont beaucoup moins nombreux que ceux des Apidæ. Chez le *Sphécodes fuscipennis*, j'en ai trouvé successivement : 65, 64, 60, 68 ; on peut donc dire que leur nombre est compris entre 60 et 70. Ils sont généralement plus longs et plus sinueux que chez les autres Hyménoptères. Disposés sur une seule rangée, mais ayant leur base en contact, à l'extrémité renflée de l'intestin postérieur, ils forment deux faisceaux principaux : l'un, antéro-transverse, va recouvrir la dernière portion de l'intestin moyen et les glandes génitales mâles (testicules et vésicules séminales), et l'autre, à direction postérieure, entoure la première courbure de l'intestin grêle, passe au-dessous de cet organe et va s'épanouir sur les faces inférieure et externe gauche du rectum. Tous ces tubes sont grêles, filiformes, uniformément cylindriques et de couleur blanchâtre.

5° Panurgidæ. — Chez les Panurgidæ, le nombre des tubes de Malpighi est compris entre 70 et 80 : la *Cilissa melanura* en possède 75. Ce sont des canaux assez longs relativement au corps de l'insecte, flexueux, de couleur jaunâtre et disposés en deux faisceaux principaux : l'un, formé d'un grand nombre de filaments, est fort compact et occupe l'axe du tour de spire terminal de l'intestin moyen, et l'autre, dirigé vers la partie postérieure du corps, se divise en deux branches, dont la première, élargie, recouvre le côté gauche de l'intestin terminal, et la seconde plus grêle, serpente à la face dorsale de la dernière courbure de l'intestin moyen. Ces tubes sont presque toujours disposés en cercle sur un léger bourrelet et parfois, au contraire, insérés sans ordre et d'une façon irrégulière.

6° *Chrysididæ*. (V. Pl. XII, fig. 1). — Chez les *Chrysis* (*Ch. ignita*, *Ch. fulgida*, *Ch. auripes*, etc.), le nombre des tubes de Malpighi est relativement restreint et ne dépasse pas 40. Dans les diverses *Chrysis* que j'ai disséquées, j'en ai constamment trouvé de 35 à 39. Ils sont ordinairement courts, très flexueux, disposés en une seule rangée à l'origine de l'intestin grêle et forment trois faisceaux principaux, dont deux, dirigés vers la partie antérieure du corps et sur les côtés, se distribuent sur les faces médio-internes des follicules ovariens, et le dernier, comprenant un très petit nombre de vaisseaux, se porte vers le rectum, en recouvrant une partie des parois latérales et supérieures de l'intestin terminal. Plusieurs filets se détachent même du faisceau principal et vont se répandre sur le vagin et les oviductes.

7° *Melectidæ*. — Les tubes de Malpighi des *Melectidæ* sont très nombreux. Chez les *Nomada solidaginis*, *N. fucata*, *N. ruficornis*, etc., ils sont disposés circulairement, en une ou deux rangées, à l'extrémité antérieure renflée de l'intestin grêle. Ce sont des tubes flexueux, cylindriques et capillaires, dont le nombre est compris entre 80 et 90. J'en ai compté 85 chez *Nomada solidaginis*, 88 à 90 dans *N. fucata* et 84-88 dans *N. ruficornis*. Disposés tout d'abord en une touffe compacte, ils ne tardent pas, peu après leur origine, à se diviser en deux faisceaux très distincts: l'un court, formé d'un nombre considérable de filaments, va s'interposer dans l'axe de la spire formée par l'intestin moyen; il s'élargit ensuite et recouvre la portion terminale de ce dernier organe. Le second faisceau, dirigé postérieurement, n'est formé que par quelques vaisseaux uriques longs et flexueux qui serpentent sur le bord externe de l'intestin postérieur et s'étendent jusqu'au rectum.

Chez les *Epeolus*, les tubes de Malpighi sont longs, flexueux, cylindriques et d'une teinte blanc mat. Ils sont insérés sur une rangée unique, circulaire, à l'extrémité antérieure, non renflée de l'intestin terminal et forment ensuite deux faisceaux, dont l'un, épais et compact, s'insinue dans l'axe de la spire que décrit l'intestin moyen et entoure étroitement la portion terminale de cet organe, et l'autre, formé de filaments longs et entortillés sur eux-mêmes, longe les parois externes de la dernière partie du tube digestif, jusqu'au rectum.

8° *Vespinæ*. — Les vaisseaux uriques sont aussi nombreux chez les *Vespinæ* que chez les *Bombus*. Ils sont insérés à l'extrémité antérieure de la portion grêle de l'intestin terminal, sur un léger bourrelet annulaire, où ils se disposent quelquefois en deux rangées fort irrégulières. Pour observer leur embouchure, il suffit de couper une petite portion de la paroi intestinale et de l'étaler sur le porte-objet du microscope. On aperçoit alors une série de petits orifices correspondant aux extrémités terminales des tubes de Malpighi. A peine sortis des parois du canal digestif, ils ne tardent à prendre des directions différentes et à se grouper, chez les *Vespa germanica*, *V. rufa*, *V. vulgaris*, *V. media*, etc., en quatre faisceaux, dont l'un entoure la portion terminale de l'intestin moyen, l'autre, large et filamenteux, se dirige vers le bas et va se fixer aux parois du rectum et enfin, les deux autres, à direction parallèle, entourent de toutes parts, sauf à la face supérieure, la portion droite de la dernière courbure de l'intestin terminal. Ce sont des tubes blancs, grêles, opaques, flexueux et entortillés, terminés à leur sommet en cæcum arrondi, et dont la longueur atteint jusqu'à 1^{cm}. Chez les autres *Vespidæ*, les tubes de Malpighi sont également très nombreux et compris entre 100 et 125. Ils sont généralement disposés en une seule rangée à la surface du bourrelet annulaire antérieur de l'intestin terminal. Ensuite, ils ne tardent pas à former plusieurs faisceaux, dont deux entourent de toutes parts, sauf sur le côté supérieur, la première courbure de l'intestin grêle, et les autres vont se répandre autour des circonvolutions de l'intestin moyen ou sur les parois latérales du rectum.

9° *Polistinæ*. — Chez les *Polistes*, les tubes de Malpighi sont moins nombreux que chez les autres *Vespidæ*. Ils sont situés à l'origine de l'intestin postérieur et disposés, en une rangée unique, à la surface d'un bourrelet annulaire. Ce sont des vaisseaux blancs, cylindriques et flexueux disposés en deux faisceaux, dont l'un, le plus faible, se porte en avant et recouvre la partie postérieure de l'intestin moyen, et l'autre s'étend sur toute la surface de la portion grêle de l'intestin terminal et atteint même une partie du rectum. Contrairement à ce qui a lieu chez les *Vespa*, ces tubes sont ici moins nombreux, mais relativement plus longs et d'une teinte plus blanche que dans les espèces précédentes. J'en ai compté successivement, chez le

Polistes gallica mâle, 30, 34, 36 et 42. On peut donc dire que leur nombre est compris entre 30 et 40. Chez le *Polistes gallica* femelle, on n'observe que deux groupes de tubes de Malpighi, dont l'un se dirige en avant, passe entre les faisceaux ovariens et la face supérieure de l'intestin moyen et s'arrête vers la région médiane de ce dernier. Enfin, l'autre, très volumineux, parcourt toute la face latérale gauche de l'intestin postérieur, jusqu'au rectum.

10° *Eumeninæ*. — Les tubes de Malpighi de l'*Eumenes pomiformis* sont insérés, en une rangée unique, sur un bourrelet annulaire antérieur de l'intestin terminal. Ils sont généralement peu nombreux et compris entre 40 et 50. J'en ai rencontré successivement, chez divers échantillons d'*Eumenes pomiformis* femelle, 45, 48, 52. Ils ne forment ordinairement qu'un faisceau unique distribué sur la portion terminale de l'intestin moyen et enveloppant complètement, en arrière, l'extrémité grêle de l'intestin postérieur, jusqu'à l'origine du rectum.

Les vaisseaux uriques des *Odynères* sont généralement groupés en un massif fort compact et varient, quant au nombre, de 60 à 70. Ce sont des tubes grêles, flexueux, blanchâtres, insérés sur deux rangs à l'extrémité antérieure de l'intestin grêle et disposés en deux faisceaux, ou groupes principaux. Le premier de ces faisceaux, placé transversalement, recouvre les deux faces de la dernière courbure de l'intestin moyen ; le second, dirigé en arrière, enveloppe complètement la première partie de l'intestin postérieur, la vésicule à venin et les glandes acides. Ses derniers ramuscules s'avancent même jusqu'au rectum.

11° *Pompilidæ*. — Dans les *Pompilus fumipennis*, les tubes de Malpighi sont distribués en une seule rangée et insérés sur la partie antérieure renflée de l'intestin grêle. Ils sont flexueux, cylindriques, légèrement jaunâtres et groupés en trois faisceaux, dont deux dirigés en avant et disposés entre les parois ovariennes et l'intestin grêle d'une part, et de l'autre, entre ce dernier et la vésicule à venin. Le troisième, projeté en arrière, recouvre l'intestin postérieur jusqu'au rectum. Les extrémités de ces faisceaux s'entremêlent aux organes environnants et principalement aux glandes acides, localisées sur les parois latérales de l'abdomen.

Chez les diverses espèces de *Priocnemis* (*Priocnemis hyalinatus*, *Pr. fuscus*, etc.), les vaisseaux uriques sont relativement très courts, de couleur blanchâtre et peu sinueux. Ils sont disposés très irrégulièrement et n'affectent aucune forme fasciculée. Leurs extrémités vont entourer plus ou moins complètement les organes environnants, tels que l'intestin postérieur, le rectum, la région moyenne des ovaires, la vésicule à venin, etc.. Ils sont au nombre de 50 à 60 et disposés, en une rangée unique, sur un bourrelet tronconique placé à l'origine de l'intestin postérieur.

12° *Sphecinæ*. — Les tubes de Malpighi des *Cerceris* sont peu nombreux, de 35 à 40, et disposés en une rangée circulaire unique sur un bourrelet annulaire de l'extrémité antérieure de l'intestin grêle. Ils sont courts, flexueux, de couleur blanchâtre, réunis en un large faisceau dirigé en avant et placé dans la portion courbe de l'intestin moyen. Chez les femelles, ce faisceau est compris entre le tube digestif et l'angle formé par les deux ovaires.

Comme les *Cerceris*, les *Mellinus* (*Mell. arvensis*, *Mell. sabulosus*, etc.,) ne possèdent qu'un nombre, de 30 à 40, relativement restreint de vaisseaux uriques. Ils sont insérés circulairement, en une seule rangée, et groupés en deux faisceaux, dont l'un postérieur, assez faible, se dirige sur le côté gauche de l'intestin terminal, et l'autre, plus volumineux, recouvre l'extrémité inférieure de l'intestin moyen, les follicules ovariens, les oviductes et envoie plusieurs filaments se mêler aux faisceaux flabelliformes des glandes acides et au réservoir à venin.

Les tubes de Malpighi présentent à peu près la même disposition chez les *Ammophiles* que chez les *Psammophiles* et sont presque en même nombre dans les deux espèces. Ils sont insérés sur un léger bourrelet de la partie antérieure de l'intestin terminal. Leur nombre, variable d'un individu à l'autre, est, en moyenne, de 60 à 70 chez les *Ammophiles*, et de 65 à 70 chez les *Psammophiles*. Ces tubes sont cylindriques, blanchâtres, courts, très sinueux et groupés, chez les femelles, en divers faisceaux très irréguliers : les uns entourent la partie terminale de l'intestin moyen, en passant entre ce dernier et les ovaires, les autres s'entortillent sur les parois externes de l'intestin grêle et d'autres vont se fixer sur les glandes venimeuses. Chez les mâles, on peut reconnaître deux faisceaux

principaux, dont l'un, le plus important, est dirigé à droite de l'espace compris entre les deux branches de la courbure formée par l'intestin moyen. Il est constitué par une trentaine de tubes, fortement serrés les uns contre les autres, formant une espèce de plaque englobant dans ses mailles les deux festicules. Le deuxième, produit par des canaux entortillés et recourbés sur eux-mêmes, recouvre presque complètement l'intestin postérieur jusqu'au renflement anal. Chez les *Astata boops*, *Ast. affinis*, *Ast. stigma*, les vaisseaux uriques sont disposés, en une seule rangée et en cercle, à l'extrémité du renflement conique par lequel débute l'intestin grêle. Ils sont disposés, chez les femelles, en deux faisceaux dont l'un est dirigé en avant et passe dans l'angle formé par les deux ovaires au-dessus du tube digestif, et l'autre, recourbé en arrière, enveloppe la face dorsale de l'intestin postérieur. Le nombre de ces tubes, chez l'*Astata boops*, est compris entre 35 et 45.

13 *Philanthinæ* (V. Pl. XII, fig. 2). — Les tubes de Malpighi des divers *Philanthus* (*Phi. coronatus*, *Phi. triangulatus*, etc.), sont généralement courts, filiformes, cylindriques, de couleur blanc laiteux et uniquement localisés dans la région médio-dorsale de l'abdomen. Fixés d'une façon très irrégulière à l'extrémité antérieure de l'intestin grêle, ils sont généralement au nombre de 60 à 70 et forment trois faisceaux principaux : le premier ou antérieur se dirige en avant, dans l'espace compris entre les ovaires et va se distribuer aux faces internes de ces organes. Le second ou postérieur est assez compact : ses filaments se répandent sur le côté gauche de l'intestin postérieur, sur les oviductes et vont même s'entremêler au peloton terminal de la glande acide. Enfin le troisième, également dirigé en arrière, localisé sur les faces supérieure et droite de l'intestin grêle, enveloppe presque complètement la vésicule à venin, le peloton glandulaire droit, les oviductes et les portions terminales des tubes ovifères ; ses derniers filaments vont jusqu'à recouvrir en partie le rectum.

14° *Craboninæ*. — Les tubes de Malpighi des *Crabroninæ* (*Crabro vagus*, *C. cephalotes*, etc.) sont, en général, moins nombreux que ceux des *Philanthinæ* et disposés, en une seule rangée, à l'origine non dilatée de l'intestin postérieur. De là, ces tubes, en

contact par leur base, se dirigent tous en arrière à l'exception d'un très petit nombre d'entre eux qui, sinueux et à marche très irrégulière, entourent la portion terminale de l'intestin moyen et la région médiane des follicules ovariens. Ceux qui ont une direction postérieure forment deux faisceaux principaux situés de part et d'autre de l'intestin terminal, et émettent des prolongements sur la vésicule à venin, les glandes acides, le vagin et les oviductes.

15° Ichneumoninae. — Ces tubes, au nombre de 50 à 60 chez *Alomya ovator*, sont disposés en cercle à l'extrémité antérieure de l'intestin grêle. Ils sont blanchâtres, cylindriques, flexueux et forment une couronne épaisse et touffue recouvrant l'extrémité inférieure de l'intestin moyen, les testicules et les vésicules séminales. On n'observe aucun faisceau séparé, la disposition circulaire étant uniforme.

Chez les *Amblyteles palliatorius* mâles, les tubes de Malpighi sont au nombre de 50 à 60, insérés circulairement en une rangée unique à la dernière division du canal digestif, un peu en arrière d'une échancrure profonde la séparant de l'intestin moyen. Ils ne sont pas disposés en faisceaux, mais placés en cercle et groupés surtout dans l'angle formé par la courbure que présente la dernière portion de l'intestin moyen. Ce sont des appendices filiformes, minces, blancs, courts et terminés par une pointe arrondie. La plupart d'entre eux vont se répandre à la surface des testicules, des canaux déférents et des vésicules séminales, qu'ils recouvrent en formant un réseau à mailles assez compactes. Chez les *Amblyteles ouissorius*, nous avons compté le même nombre de vaisseaux uriques que dans l'espèce précédente. Ils sont insérés, en une rangée circulaire, sur un léger bourrelet et en contact par leur base. Pourtant, à peu de distance de leur origine, ils ne tardent pas à se séparer et à diverger en tous sens, formant ainsi plusieurs touffes, dont les unes recouvrent la portion terminale de l'intestin moyen, les autres entourent les vésicules séminales, et enfin d'autres, formées de filaments flexueux, longent les parois latérales de l'intestin postérieur. Tous ces tubes sont cylindriques et de couleur blanc jaunâtre.

Le nombre des tubes de Malpighi des *Ichneumon* est relativement restreint et ne dépasse pas 60 (55 chez l'*Ichneumon lineator*). Ce sont des appendices blanchâtres, filiformes, uniformément cylindriques et ordinairement très flexueux. Ils sont disposés, sur une

même ligne circulaire, à l'origine de l'intestin terminal et se groupent ensuite en trois faisceaux dont l'un, situé supérieurement, se dirige en avant et recouvre une partie de la surface dorsale de l'intestin moyen et les parois internes des ovaires ; l'autre, disposé de même antérieurement, est placé au-dessous de l'intestin moyen, et enfin le troisième, situé en arrière, recouvre de ses replis les parois latérales de l'intestin terminal et les glandes venimeuses.

16° Tryphoninæ. — Dans la tribu des *Tryphoninæ*, le nombre des tubes de Malpighi m'a paru très constant et ne pas dépasser 60. Ainsi, j'en ai compté successivement : 55, 58 dans les *Colpotrochia* ; 57, 60 chez les *Metopius* ; 55, 56, 59 dans les *Tryphon*. Chez les *Colpotrochia elegantula* mâles, ils sont insérés sur une ligne circulaire, un peu au-dessus de l'échancrure placée à la suite de l'intestin moyen, et sur le renflement annulaire que présente l'intestin terminal dès son origine. Ce sont des appendices tubuleux, courts, blanchâtres, peu flexueux et terminés par un renflement ovoïde ou arrondi. Ils sont soudés à leur partie basilaire et forment un anneau aplati sur lequel on peut reconnaître aisément les tronçons appartenant à chaque tube. A sa face supérieure, la collerette présente de nombreuses solutions de continuité, tandis qu'elle est parfaitement unie inférieurement : ce qui prouve que ces tubes sont plus abondants vers le bas que vers le haut. Ils ne forment pas de faisceaux séparés comme dans les autres espèces. En effet, ces tubes entourent d'une façon irrégulière, soit la partie terminale de l'intestin moyen, soit les testicules, les glandes accessoires et l'intestin terminal. Certains même, prenant des directions latérales, vont recouvrir les parois internes des derniers segments abdominaux.

17° Cryptinæ. (V. Pl. XII, fig. 3). — Les *Cryptinæ* ne possèdent qu'un nombre fort restreint de tubes de Malpighi, 48 environ. Chez les divers *Cryptus fumipennis* que j'ai disséqués, j'en ai compté successivement : 35, 36, 40. Ils sont blanchâtres, cylindriques, flexueux et insérés circulairement, sur une rangée unique, à l'origine de l'intestin terminal. Bien que relativement peu nombreux, ils sont disposés en faisceaux difficiles à suivre et à localiser. On peut cependant les classer en trois groupes, dont l'un recouvre la portion terminale de l'intestin moyen et les deux autres, placés latéralement,

se répandent sur les surfaces internes des ovaires et sur les oviductes. Quelques filaments vont même recouvrir le peloton glandulaire, large et aplati, formé par les extrémités des glandes acides.

Chez le *Cryptus grisescens*, ces glandes tubuleuses présentent le même mode d'insertion et sont cylindriques, allongées et peu flexueuses. Elles recouvrent, d'une sorte de réseau, la face dorsale de l'intestin moyen, les parois internes des faisceaux ovariens et l'extrémité des glandes acides. On n'observe ici aucune disposition fasciculaire comme dans la majorité des Hyménoptères, et chaque tube est complètement libre et indépendant de ses voisins.

18° Ophioninæ. — Les tubes de Malpighi sont assez nombreux, de 60 à 65, chez les *Ophion ventricosus*. Ils sont insérés en cercle sur le bourrelet annulaire et tronconique de l'extrémité antérieure de l'intestin grêle et restent, sur une certaine étendue de leur trajet, très rapprochés les uns des autres, en formant une sorte de collerette. De cette dernière se détache, en avant, un faisceau formé par une touffe de tubes flexueux qui se répandent à la face dorsale de l'intestin moyen et, en arrière, un second faisceau, s'étendant au-dessous des testicules, jusqu'au rectum.

19° Tenthredinidæ. — Chez les Tenthredinidæ (*Emphytus tibialis*), les vaisseaux uriques, en nombre très restreint, sont insérés circulairement, sur une rangée unique, un peu en arrière de la partie rétrécie du tube digestif, située entre l'intestin moyen et l'intestin terminal. Comme ils ne sont guère compris qu'entre 20 et 25 dans l'*Emphytus tibialis* femelle, leurs premières parties sont nettement séparées les unes des autres. Ces tubes, non groupés en faisceaux, se répandent à la surface supérieure de l'intestin moyen et sur les parois internes des ovaires. Quelques filaments vont même recouvrir les faces latérales de l'intestin terminal.

Résumé.

En résumé, on vient de voir que, chez les larves d'Hyménoptères, les tubes de Malpighi, produits par des diverticules grêles et très allongés de l'invagination rectale, sont constamment au nombre de quatre. Ce sont des canaux presque toujours uniformément cylin-

driques, très rarement irréguliers et moniliformes, fort sinueux, dirigés d'abord en avant, puis recourbés en arrière et terminés par une extrémité arrondie. Leur couleur, due à leur contenu, est verdâtre. Ils possèdent une enveloppe externe mince et transparente, recouvrant un épithélium formé par une assise unique de grosses cellules à noyau sphérique et à contenu protoplasmique pourvu de granulations cristallines entourant le noyau. Enfin, au centre, existe une large lumière occupant les $\frac{2}{3}$ environ du diamètre du tube. La longueur de ces organes, assez considérable, dépasse parfois trois ou quatre fois celle du corps de l'insecte.

Pendant les phénomènes d'histolyse, la dégénérescence des tubes de Malpighi se fait toujours de leur partie antérieure vers leur partie postérieure. Ces organes persistent même pendant l'apparition des canaux de l'adulte, lesquels se montrent tout d'abord sous l'aspect de petits diverticules en doigt de gant, pédiculés et renflés à leur sommet, émanés d'un bourrelet annulaire placé à l'origine de l'intestin terminal.

Le nombre des tubes de Malpighi est le même chez les *nymphes* que chez les adultes, et les changements que ces organes subissent, pendant la seconde moitié de la période nymphale, consistent uniquement en un allongement progressif.

Chez l'*insecte parfait*, ces canaux sont relativement courts, blanchâtres, cylindriques, flexueux et disposés en cercle sur un léger renflement circulaire placé à l'extrémité antérieure de l'intestin terminal. Ils se groupent parfois en faisceaux recouvrant, en totalité ou en partie, les organes localisés dans la région postérieure de l'abdomen, et se présentent en nombre très variable suivant les familles et les genres.

III. HISTOLOGIE DES TUBES DE MALPIGHI. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1^{re} Histologie des tubes de Malpighi. (V. Pl. XII, fig. 4, 5, 6, 7 et 8).

1^{re} Larves. — La description suivante des tubes de Malpighi est faite en prenant, comme exemples, ceux des jeunes larves de *Vespa crabro* ou de *V. media*. Chaque tube, très long, relativement

large, fort sinueux, est enveloppé tout d'abord d'une fine membrane parcourue en tous sens par les dernières ramifications trachéennes qui constituent à la surface un vaste réseau capillaire de filaments émanés de deux gros troncs latéraux dirigés perpendiculairement à l'axe du corps (V. Pl. XII, fig. 4). Ces vaisseaux trachéens serpentent à la surface des tubes suivant une ligne, tantôt circulaire, tantôt spiralée et émettent, à droite et à gauche, d'innombrables ramuscles filamenteux tranchant nettement, par leur couleur d'un blanc argenté, sur le fond transparent et hyalin de l'enveloppe. Vient ensuite une membrane basilaire, supportant intérieurement un épithélium pavimenteux, constitué par de grosses cellules sécrétrices. Ces cellules sont, en général, hexagonales et à contours très nets (V. Pl. XII, fig. 8). Leur noyau est central, de forme ovale ou sphérique et renferme un ou plusieurs nucléoles. Le contenu nucléaire, ainsi que le protoplasme environnant, est finement granuleux et de couleur jaunâtre. Enfin, vers le centre, existe une fine membrane chitineuse, comparable à une intima, limitant la cavité interne.

Après avoir étudié les tubes de Malpighi chez les *larves*, voyons maintenant les principales modifications éprouvées par ces organes en état de dégénérescence. Un quelconque de ces canaux, pris sur une très jeune nymphe de *Vespa crabro* ou de *Psithyrus rupestris*, présente à considérer :

1° Une enveloppe externe très mince, légèrement plissée et crénelée, comparable à l'enveloppe péritonéale. Elle est parcourue par d'innombrables ramuscles trachéens.

2° Une membrane basilaire, également fort mince, sur laquelle repose une couche assez épaisse de cellules épithéliales, disposées circulairement, au nombre de 6 à 8 et entourant une cavité centrale irrégulière. Ces cellules glandulaires sont plus ou moins déformées et leurs parois latérales fort peu apparentes. Le centre est occupé par une aire blanchâtre, sphérique ou ovoïde, à enveloppe mince et fortement colorée, constituant le noyau. Ce dernier est pourvu de fines granulations dues à des concrétions uriques. Autour du noyau, le protoplasme, de couleur plus sombre, est surtout concentré vers les parois internes et sur les faces latérales. Il contient également des granules très nombreux, mais beaucoup plus ténus que ceux observés dans le noyau. Enfin, vers la membrane basi-

laire, on observe des éclaircies irrégulières et des vacuoles de dimensions variables, donnant à cette région un aspect réticulé. La face interne des cellules est recouverte d'une quatrième enveloppe de nature chitineuse, assez mince, à bords parallèles et d'aspect strié, qui limite une cavité centrale irrégulière obstruée par des concrétions uriques.

2° *Adultes*. — Les tubes de Malpighi des Hyménoptères adultes (V. Pl. XII, fig. 7 et 8) diffèrent de ceux des larves, non seulement par leurs dimensions, mais encore, aux points de vue histologique et anatomique, par leurs formes et par celles des noyaux de leurs cellules qui sont beaucoup plus petits que ceux qu'on observe dans les cellules des larves. Mes observations ont porté sur un grand nombre d'espèces appartenant aux tribus des *Bombinæ*, *Psithyrinæ*, *Vespinæ*, *Polistinæ*, *Eumeninæ*, *Crabroninæ* et *Ichneumoninæ*; et, comme j'ai rencontré partout une structure presque identique, je vais décrire, comme type, ceux de la *Vespa media* (V. Pl. XII, fig. 8).

Sur une coupe transversale, on trouve successivement, en allant de dehors en dedans : une enveloppe externe, ou *membrane basilaire* à peu près régulière et fort mince, supportant un *épithélium glandulaire* composé généralement de six cellules, rarement de cinq, disposées en cercle autour de la cavité centrale. Ces cellules, étroitement unies entre elles, à parois très apparentes, sont polygonales et pourvues d'un contenu fortement granuleux et irrégulièrement disposé dans leur masse. Au centre, existe un petit noyau ovale ou sphérique, parfois irrégulier et rempli de granulations. Ce noyau est lui-même muni d'un petit nucléole. Enfin, la face interne des cellules est recouverte par une mince *intima chitineuse*, limitant le canal central à contours sinueux.

Après avoir décrit la structure intime des vaisseaux de Malpighi chez les larves et les adultes des Hyménoptères, nous allons, avant de passer à la question suivante, résumer très succinctement la constitution de ces organes chez les divers ordres de la classe des Insectes.

Les tubes uriques des *Orthoptères* possèdent une enveloppe péritonéale externe très développée, fort épaisse à son sommet, parfois unie aux parois stomacales et toujours sillonnée en tous sens par d'innombrables ramuscules trachéens. Au-dessous vient la membrane

basilaire (tunica propria) supportant l'épithélium glandulaire, formé par des cellules polygonales, pourvues de deux noyaux dans les vaisseaux jaunes et d'un seul dans les blancs. Chaque tube présente, sur une section transversale, de 6 à 8 cellules.

Les *Thysanoures* possèdent des vaisseaux uriques munis d'une enveloppe externe et d'une couche épithéliale composée de cellules hexagonales mono ou binucléées.

Les tubes de Malpighi des *Grillidae* ont une structure des plus compliquées. Ils présentent à considérer, en allant de dehors en dedans : une membrane péritonéale et une couche musculaire formée par des fibres longitudinales et des fibres annulaires, recouvrant des cellules sécrétrices aplaties et pourvues de noyaux.

Les *Locustæ* portent deux sortes de vaisseaux, les uns jaunes et les autres blancs, à éléments glandulaires variables : les cellules des tubes jaunes sont polygonales, volumineuses, et celles des vaisseaux blancs, beaucoup plus réduites.

On rencontre, chez les *Ephémérides*, des tubes de Malpighi comprenant une enveloppe péritonéale et une membrane basilaire supportant de grosses cellules qui entourent, au nombre de trois, le lumen central. L'intima chitineuse fait défaut. La structure est identique chez les *Libellules*, avec cette différence que les cellules sont beaucoup plus petites et se présentent, au nombre de six, sur une section transverse.

L'épithélium glandulaire des tubes de Malpighi des *Rhynchotes* possède des cellules à un noyau et des cellules à deux noyaux, souvent entremêlées (*Pentatoma*, *Nepa*, etc.)

Chez les *Diptères*, les cellules sécrétrices ont des formes variables suivant les espèces et sont souvent groupées, au nombre de 3 à 6, autour de la cavité centrale.

On trouve, chez la plupart des *Lépidoptères*, une enveloppe péritonéale, à éléments musculaires, sur laquelle repose un épithélium constitué par des cellules aplaties, plurinucléolées et recouvertes intérieurement d'une intima chitineuse.

2° Contenu des tubes de Malpighi larvaires.

(V. Pl. XII, fig. 11).

Bien que notre but ait été de ne faire que la morphologie, l'anatomie et l'histologie de l'appareil glandulaire urique des Hyménoptères, nous avons pu, au cours de nos recherches sur les tubes

de Malpighi larvaires, observer facilement certains produits de leur sécrétion. Aussi, allons-nous résumer ici, très succinctement, le résultat de nos observations et apporter, à propos des larves, une nouvelle preuve à l'appui de la théorie qui considère les tubes de Malpighi comme des *glandes urinaires*.

Le contenu de ces organes, formé d'une partie liquide et d'un magma granuleux et cristallisé, occupe, chez certaines larves, les places les plus variables dans l'intérieur de chaque canal. Tantôt le vaisseau est complètement rempli du produit vert pâle ou jaunâtre de la sécrétion; tantôt ce sont les nombreux replis pelotonnés, situés dans la partie moyenne du corps, qui le renferment; tantôt, au contraire, il s'accumule dans la région antérieure, tandis que l'extrémité postérieure est complètement blanchâtre et transparente. Enfin, il arrive parfois que c'est la portion en contact avec l'intestin qui seule est remplie de substances excrétées.

La partie liquide est généralement jaunâtre, blanchâtre ou incolore, opalescente, difficilement miscible à l'eau. Sur l'insecte récemment ouvert on la voit circuler, dans l'intérieur du canal, avec des alternatives d'accélération ou de ralentissements, variables suivant la forme ou la courbure des sinuosités. Parfois elle circule lentement et parfois aussi sa marche s'accroissant davantage, elle franchit, en quelques secondes, la longueur du canal et arrive à son extrémité inférieure où se produit un nouveau ralentissement. En brisant le tube on voit, à l'examen microscopique, le contenu s'échapper par jets alternatifs et venir s'accumuler sur la lamelle du porte-objet.

Quant à la nature du contenu ou plutôt des concrétions solides, elle est des plus complexes. Les corpuscules granuleux, dont les uns atteignent des dimensions fort considérables, affectent les formes cristallines les plus nettes et les plus caractéristiques; en outre, par leur teinte hyaline, leur transparence, la netteté et la rectitude de leurs contours, la forme tranchante de leurs arêtes et leur réfringence, ils sont un des produits d'excrétion les plus intéressants à observer. Parmi ces cristaux, les uns sont isolés, les autres associés par leurs faces latérales seulement, et d'autres groupés en mâcles de toutes formes et telles qu'en présente rarement la nature minérale. De plus, en faisant arriver obliquement des rayons lumineux, on peut obtenir des phénomènes de décomposition de lumière, de réflexion et d'irisation des plus saisissants.

Chez les larves des *Bombinæ*, des *Psithyrinæ*, des *Vespinae*, des *Polistinae*, des *Sphecinae*, des *Philanthinae*, etc., que nous avons tout particulièrement étudiées, nous avons rencontré, d'une manière constante, dans les produits excrétés par les tubes de Malpighi :

1° De *l'acide urique*, sous forme de lamelles cristallines, aplaties et à surface lisse, mêlées à des concrétions granuleuses et microscopiques.

2° De *l'urate de soude*, en cristaux lamelleux, à faces planes, parfois striées et de forme losangique ou rectangulaire. Ces plaquettes cristallines, très réfringentes, sont tantôt libres ou tantôt associées.

3° De *l'urate d'ammoniaque* et de *l'urate de chaux*. Ce dernier est sous forme de globules sphéroïdaux, à contours irréguliers.

4° De *l'oxalate de chaux*, en cristaux assez nombreux et relativement volumineux, surtout chez les larves des *Bombinæ* et chez celles des *Psithyrinæ*. Ces concrétions octaédriques, très nettes, sont généralement isolées, mais le plus souvent associées à des substances granuleuses.

Tous ces faits prouvent surabondamment que les tubes de Malpighi, d'après la nature du produit de leur sécrétion, sont analogues aux *organes urinaires*, aux *reins* des animaux supérieurs.

Qu'il me soit permis, avant de terminer, de citer une expérience de SCHINDLER, imitée de celle effectuée par HEIDENHAIN sur les Vertébrés. On sait que ce dernier physiologiste a démontré que l'indigo, introduit dans un animal, soit avec la nourriture, soit au moyen d'injections, se retrouve, au bout de peu de temps, dans les cellules épithéliales des *tubuli contorti* des reins. Schindler a, de même, prouvé que les cellules des tubes de Malpighi se comportent de la même façon. Il a injecté de l'indigo, à l'aide d'une très fine canule, sous les parois latérales du corps d'une *Gryllotalpa* et, au bout de 24 heures, il a constaté que les cellules qui recouvrent les parois internes des tubes de Malpighi étaient colorées en bleu. L'expérience, bien que donnant prise à de nombreuses objections, est cependant assez démonstrative et vient prouver encore, que les vaisseaux de Malpighi fonctionnent, au point de vue physiologique, comme des *organes urinaires*.

3° Résumé. — Conclusions.

1° Il résulte de cette étude que, chez les *larves* d'Hyménoptères, les tubes de Malpighi sont constamment au nombre de *quatre*, fixés au sommet, arrondi ou légèrement conique, de l'invagination rectale et appliqués, dès leur origine, contre l'extrémité terminale de l'intestin. Ce sont des glandes tubuleuses, à peu près régulièrement cylindriques, rarement renflées de distance en distance et d'aspect moniliforme. Très flexueuses, elles s'avancent jusqu'à l'extrémité antérieure du corps, pour rebrousser ensuite en arrière, en décrivant toujours de nombreuses circonvolutions. Elles se terminent, à leur sommet, par un cœcum arrondi et atteignent généralement deux ou trois fois la longueur du corps de la larve.

2° Chez les larves, comme du reste chez les adultes, ces organes ne sont que des diverticules, soit de l'invagination rectale, soit de la portion antérieure de l'intestin grêle.

3° Les tubes de Malpighi larvaires, pendant la période de nymphose, disparaissent peu à peu, d'avant en arrière, mais persistent, pendant la première partie du stade nymphal, concurremment avec les tubes de l'imago. Ces derniers, dont on peut suivre pour ainsi dire pas à pas l'évolution, ne sont tout d'abord que des cœcums, creux et courts du bourrelet antérieur de l'intestin terminal. Ils présentent, à ce stade, la forme d'un petit pédicule surmonté par une pointe arrondie.

4° Le nombre des tubes de Malpighi est le même chez les nymphes que chez les Hyménoptères adultes. Les changements éprouvés par ces organes, pendant la période nymphale, consistent uniquement en un allongement progressif.

5° Nous avons également constaté, chez les Hyménoptères, que le nombre des tubes de Malpighi est, en général, en raison inverse de leur longueur et que, par exemple, comme chez les *Apidæ* et chez les *Vespidæ*, plus ces organes sont nombreux et plus ils sont ténus et capillaires.

6° Les tubes de Malpighi des *Hyménoptères adultes* sont toujours disposés en un seul, rarement en deux cercles, sur un bourrelet annulaire, plus ou moins prononcé, placé à l'origine de l'intestin postérieur et s'ouvrent isolément dans une petite rigole circulaire et interne de ce dernier. Près de leur point d'embouchure, ils sont

toujours libres et très rarement soudés, quand leur nombre est considérable, sur une très petite étendue, en une collerette appliquée contre l'extrémité postérieure de l'intestin moyen. C'est, comme on le voit, un mode d'insertion à la fois simple et caractéristique. Chez les autres Insectes on est loin de rencontrer une telle uniformité et une telle constance.

C'est ainsi que, dans certains ordres des Hexapodes, les rapports de ces organes avec le tube digestif sont établis de la façon suivante.

Chez les *Thysanoures*, les tubes de Malpighi sont libres et peu nombreux à l'origine du rectum (Lépismes).

Ceux des *Coléoptères* ont leur embouchure, en des points variables, le long du tube digestif ; certains s'ouvrent même dans le rectum.

Chez les *Diptères*, le mode d'insertion des vaisseaux uriques dans l'intestin postérieur présente les plus grandes irrégularités : tantôt chaque tube est libre et a un orifice particulier, tantôt deux tubes se fusionnent ensemble et tantôt enfin les quatre vaisseaux vont s'ouvrir dans un pédicule commun, en rapport avec l'appareil digestif.

Chez les *Blattes* et les *Périplanètes*, ils s'insèrent à l'extrémité postérieure de l'intestin moyen. Ceux des *Gryllidae* (*Gryllotalpa* par exemple), réunis en une houppe ou crinière flottante, vont s'ouvrir dans un réceptacle commun, duquel part un canal unique, pétioliforme, débouchant aussi à la partie terminale de l'intestin moyen. Dufour comparait ce pédoncule à un *canal cholédoque* : c'est, au contraire, un *urèthre* et le renflement qui le précède une vessie. Leydig a, le premier, observé que les *Gryllotalpa* possèdent deux sortes de tubes de Malpighi, les uns jaunes ou biliaires et les autres blancs ou urinaires. Le fait n'est pas toujours constant, les canaux blancs manquant parfois, mais même le serait-il, que la simple considération de couleur ne modifierait en rien les conceptions qu'on se fait aujourd'hui de ces organes, attendu qu'on trouve toujours dans leurs sécrétions les mêmes produits : de l'*acide urique* et des *urates*.

Dans l'*Ephippigera*, les tubes de Malpighi, groupés en plusieurs faisceaux, vont converger dans des vésicules ovoïdes de chacune desquelles part un court conduit, s'ouvrant à la partie postérieure de l'intestin moyen. Ceux des *Locusta*, également très nombreux, vont déboucher séparément dans le tube digestif.

Chez la plupart des *Hémiptères*, les vaisseaux uriques s'insèrent isolément à diverses hauteurs de l'intestin terminal.

Les *Lépidoptères* possèdent 6 tubes de Malpighi qui se fusionnent 3 à 3 à diverses hauteurs d'un canal commun et vont s'ouvrir aux deux extrémités du même diamètre de l'intestin postérieur. Pourtant, Schindler a constaté que, chez une pupa de *Noctuide* les 6 canaux confluent dans un réservoir commun.

En somme, ce qui frappe, en étudiant les tubes de Malpighi des Hyménoptères, c'est la constance de leur insertion *sur une même ligne circulaire, très rarement sur deux, située sur le pourtour d'un léger bourrelet annulaire, plus ou moins accentué, par lequel débute l'intestin postérieur*. Tel n'est pas le cas chez les autres Insectes, où les points d'embouchure des mêmes organes occupent les positions les plus variables sur la dernière partie du tube digestif.

7° Les Hyménoptères sont, de tous les Hexapodes, ceux qui possèdent le plus grand nombre de tubes de Malpighi. Ce nombre, bien que fort considérable, varie non seulement suivant les familles, mais même, dans chaque famille, suivant les genres. C'est ainsi que j'en ai compté de 90 à 120 chez les *Bombinae*, de 100 à 110 chez les *Psithyrinae*, que les *Andrena* en possèdent de 115 à 120, les *Halictus* de 35 à 40 seulement, les *Sphecodes* de 60 à 70, les *Chrysis* de 40 à 45, les *Panurgidae* de 70 à 80, les *Melectidae* de 80 à 90, les *Vespidæ* de 110 à 130, les *Polistinae* de 30 à 40, les *Eumenes* de 40 à 50, les *Odynerus* de 60 à 70, les *Pompilidae* de 50 à 60, les *Mellinus* de 30 à 40, les *Cerceris* de 35 à 40, les *Sphégiens* (*Ammophiles* et *Psammophiles*) de 65 à 70, les *Crabroninae* de 40 à 50, les *Astata* de 35 à 45, les *Philanthinae* de 60 à 70. Parmi les *Ichneumoninae*, les *Alomya* en possèdent de 55 à 60, les *Amblyteles* de 55 à 65, les *Ichneumons* de 50 à 60. Chez les *Tryphoninae*, les *Colpotrochia* en ont de 60 à 65, les *Metopius* de 55 à 60, les *Tryphons* de 55 à 65. On en trouve chez les *Cryptinae* de 35 à 40, chez les *Ophioninae* de 60 à 65, chez les *Tenthredinidae* (*Emphytus tibialis*) de 25 à 30 seulement, etc.

Il est bien rare de rencontrer autre part, dans la classe des Insectes, un nombre aussi considérable de vaisseaux uriques. C'est ainsi, par exemple, que les *Coléoptères* n'en possèdent que 2, 4 (*Coléoptères pentamères*) ou 6 lesquels, en revanche, sont larges et très longs.

Les *Orthoptères* en ont quelquefois moins de 8 également fort longs ; parfois leur nombre atteint le chiffre 30 ; souvent aussi ils en possèdent bien davantage, jusqu'à 100. Dans ce cas, ils sont courts, grêles, filiformes, capillaires et vont déboucher, soit après avoir convergé dans une vésicule unique (*Gryllidae*), soit dans plusieurs vésicules semblables, à l'extrémité postérieure de l'intestin moyen. Les *Blattes* et les *Periplanètes* en ont de 60 à 70, les *Mantes*, les *Locustes* et les *Grillons* jusqu'à 100, etc.

Les *Thysanoures* en possèdent 4, les *Lépismes* 8, et les *Parasites* 4.

Ceux de la plupart des *Névroptères* (*Libellulidae*, *Perlidae*, *Ephemeridae*) sont aussi très nombreux, minces, courts et presque capillaires, comme du reste, chez un grand nombre d'*Orthoptères* et chez tous les *Hyménoptères*. On en compte 40 chez l'*Ephemera vulgata* ; de 50 à 60 chez les *Libellules* et les *Agrions* ; 6 chez les *Panorpes*, les *Phryganes*, les *Sialis*, les *Termes* ; 8 dans les *Myrmé-léons* et les *Hémérobés*, etc.

Les *Rhynchotes* ne sont pourvus que d'un nombre très restreint de vaisseaux uriques : 4 ou 2 (*Coccides*).

On en compte 4, terminés en cœcum, chez la plupart des *Hémiptères*. Il en est de même chez les *Diptères*, excepté chez les *Culex* et les *Psychoda* (larves et adultes) qui en possèdent 5. Ce nombre impair, très rare, est en désaccord avec l'affirmation catégorique de Ramdohr qui a écrit que, chez tous les Insectes, le nombre des vaisseaux de Malpighi est égal à deux ou à un multiple de 2.

On trouve, chez tous les *Lépidoptères*, contrairement à l'opinion de certains auteurs (Suckow) à propos des *Tinea*, des *Pterophorus* et des *Microlépidoptères*, six tubes uriques.

Ces exemples, que nous pourrions multiplier encore, à propos du mode d'insertion et du nombre des tubes de Malpighi et les comparaisons générales de ces organes chez les Hyménoptères avec ceux des autres Hexapodes, suffisent à prouver surabondamment que les *Hyménoptères* sont, de tous les Insectes, ceux qui possèdent le plus grand nombre de vaisseaux uriques, mais, qu'en revanche, au lieu d'être longs et volumineux comme chez les Coléoptères, par exemple, ces tubes sont relativement courts et presque capillaires.

8° Au point de vue histologique, les tubes de Malpighi comprennent trois enveloppes : une *membrane basilair*e, plus ou moins épaisse ; un *épithélium glandulaire*, constitué par de grosses

cellules polygonales à contenu granuleux, et une couche interne, très mince, *l'intima chitineuse*, enveloppant un canal central sinueux.

9° Nous avons rencontré dans ces glandes tubuleuses des produits solides, cristallisés, caractéristiques de l'urine des animaux supérieurs : *acide urique, urates d'ammoniaque, de soude, de chaux, oxalate de chaux*.

10° Cette étude, quoique très succincte, des tubes de Malpighi des *Hyménoptères* (larves et adultes), nous montre que ces organes, par l'abondance et la nature de leur sécrétion, par leur apparition précoce au début de la vie larvaire, par leur mode d'insertion à l'origine de l'intestin terminal, par leur structure anatomique et histologique qui rappelle assez exactement celle des *tubuli contorti* du rein des Vertébrés, doivent être considérés comme des glandes excrétrices, chargées d'éliminer au dehors les substances nuisibles à l'organisme.

En un mot, les tubes de Malpighi, excrétant un liquide de tout point semblable à l'urine des animaux supérieurs, *sont les reins des Insectes*.

Paris, 24 Décembre 1894.



EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche X. Tubes de Malpighi des larves
et des nymphes d'Hyménoptères.

Fig. 1. — Tubes de Malpighi de larve d'Apidæ (*Apis mellifica*).

Td., tube digestif; *I.R.*, invagination rectale; *T.m.*, tubes de Malpighi avec leurs orifices *o*; *b*, section d'un tube de Malpighi.

Fig. 2. — Tubes de Malpighi d'une larve de Vespidae (*Vespa crabro*).

T.d., tube digestif rétréci en *R*; *A*, invagination rectale en forme de massue, indiquant l'origine de l'intestin terminal; *T.m.*, quatre tubes de Malpighi larvaires, légèrement renflés à leur extrémité *P*; *O*, orifices de ces tubes.

Fig. 3. — Tubes de Malpighi de nymphe de *Bombus pratorum*.

I.m., intestin moyen; *I.p.*, intestin postérieur avec son renflement annulaire antérieur *R*; *T.m.*, tubes de Malpighi larvaires en voie de disparition; *t.m.*, nombreux tubes de Malpighi de l'adulte en forme de doigts de gant, disposés circulairement sur le bourrelet *R*.

Fig. 4. — Portion terminale des quatre tubes de Malpighi de larve de *Vespa crabro*.

I.m., intestin; *I.t.*, invagination rectale; *A*, orifice anal; *T.m.*, tubes de Malpighi larvaires, *a* leurs orifices et *c*, section transversale.

Fig. 5. — Tubes de Malpighi larvaires *T.m.* de *Sphecinæ* (*Ammophila sabulosa*).

o sections et *a* orifices de ces tubes; *Int.*, intestin; *I.R.*, invagination rectale.

Fig. 6. — Terminaisons des tubes de Malpighi larvaires chez les jeunes nymphes de Bombinæ (*Bombus campestris*).

T.m., tubes de Malpighi; *o*, orifice établissant une communication entre les portions terminales de l'intestin; *L*, lèvres entourant l'orifice *o*; *M*, bourrelet circulaire constitué par des muscles annulaires.

Fig. 7. — Tubes de Malpighi de jeune nymphe de *Vespa crabro*.

I.m., intestin moyen ; *I.p.*, intestin terminal ; *T.m.*, tubes de Malpighi sous forme de diverticules ou d'appendices digitiformes renflés en massue et insérés circulairement sur un bourrelet ; *E*, cicatrice indiquant l'emplacement des tubes de Malpighi larvaires.

Planche XI. Tubes de Malpighi des nymphes d'Hyménoptères.

Fig. 1. — Tubes de Malpighi de jeune nymphe de *Bombinæ* (*Bombus lapidarius*).

I.m., intestin moyen ; *I.p.*, intestin postérieur commençant présenter une circonvolution ; *r*, léger bourrelet annulaire placé à l'origine de l'intestin terminal sur lequel sont insérés les tubes de Malpighi ; *T.m.*, tubes de Malpighi larvaires en voie de disparition ; *t.m.*, tubes de Malpighi de l'adulte se développant sous forme de diverticules à la surface du bourrelet *r*.

Fig. 2. — Tubes de Malpighi de nymphe de *Panurgidæ* (*Cilissa melanura*).

I.m., intestin moyen ; *I.p.*, intestin postérieur présentant, à son origine, un anneau *r* sur lequel sont insérés, sur une seule ligne, les tubes de Malpighi de l'adulte *t.m* ; *T.m.*, tubes de Malpighi larvaires.

Fig. 3. — Tubes de Malpighi de nymphe de *Polistinæ* (*Polistes gallica*).

I.m., intestin moyen ; *I.t.*, intestin postérieur, avec rectum *R*, appendice terminal *a.t* et orifice anal *a* ; *t.m.*, tubes de Malpighi de l'adulte, capillaires et filiformes, insérés circulairement sur le bourrelet *r* ; *T.m.*, tubes de Malpighi larvaires, légèrement variqueux et en voie de dégénérescence.

Fig. 4. — Tubes de Malpighi de nymphe de *Vespinæ* (*Vespa germanica*).

I.m., intestin moyen ; *o*, orifice établissant une communication entre l'intestin moyen et l'intestin postérieur *I.p.* ; *L*, lèvres entourant l'orifice *o* ; *t.m.*, tubes de Malpighi insérés sur le bourrelet *b*.

- Fig. 5. — Tubes de Malpighi de nymphe de Megachilidæ (*Osmia parietina*).

I.m., intestin moyen et intestin postérieur *I.p.*; *t.m.*, tubes de Malpighi de l'adulte, encore courts, grêles et filiformes; *T.m.*, tubes de Malpighi larvaires.

- Fig. 6. — Tubes de Malpighi de nymphe d'*Halictus quadricinctus*.

Les lettres représentent les mêmes parties que dans les figures précédentes.

- Fig. 7. — Tubes de Malpighi *T.m.* de nymphe d'Andrenidæ: *Andrena tibialis*.

I.m., intestin moyen; *I.p.*, intestin postérieur.

- Fig. 8. — Tubes de Malpighi de nymphe de *Vespa vulgaris*.

T.m., tubes larvaires; *t.m.*, tubes de l'adulte; *I.m.* et *I.p.*, intestins moyen et postérieur; *r.*, rectum.

- Fig. 9. — Tubes de Malpighi de nymphe de Craboninæ: *Crabrocephalotes*.

T.m., tubes larvaires et tubes de l'adulte *t.m.* insérés sur le bourrelet *b*; intestin moyen *I.m.* et intestin postérieur *I.p.*

Planche XII. Tubes de Malpighi des Hyménoptères adultes. Histologie.

- Fig. 1. — Tubes de Malpighi de Chrysididæ (*Chrysis ignita*).

I.m., intestin moyen; *I.p.*, intestin terminal; Rectum *R* et glandes rectales *G.r*; *T.m.*, tubes de Malpighi insérés sur le bourrelet *a*.

- Fig. 2. — Tubes de Malpighi de Philanthinæ (*Philanthus triangulatus*).

Les diverses lettres désignent les mêmes organes que dans la figure précédente.

- Fig. 3. — Tubes de Malpighi de Cryptinæ (*Cryptus fumipennis*).

Ces organes forment un massif assez irrégulier recouvrant la portion terminale de l'intestin moyen et, chez les femelles, entourant une partie des ovaires et des oviductes.

Fig. 4. — Portion de tube de Malpighi de larve de *Vespa germanica*.

b, enveloppe externe ou membrane basilaire; *c*, couche épithéliale, formée par de grosses cellules polygonales nucléées *n*, contenant des concrétions uriques et séparées par d'étroits espaces rectangulaires; *tr*, filament trachéen.

Fig. 5. — Portion séparée de l'épithélium des tubes de Malpighi de la larve de *Vespa crabro*.

Avec cellules hexagonales *c*, pourvues de gros noyaux *n* et de nombreuses granulations uriques *g*.

Fig. 6. — Coupe longitudinale de tube de Malpighi de larve de *Bombus pratorum*.

mb, membrane basale; *E*, épithélium glandulaire formé par de grosses cellules pourvues de noyaux *n* et de granulations; *c*, cavité centrale du tube contenant de nombreuses concrétions uriques; *i*, intima chitineuse.

Fig. 7. — Coupe transversale de tube de Malpighi larvaire de *Psithyrus rupestris* au début de la nymphose.

mb, membrane basale; *E.gl*, épithélium glandulaire avec noyaux *n* et granulations; *c*, cavité centrale.

Fig. 8. — Coupe transversale de tube de Malpighi de Vespidae adulte (*Vespa media*).

mb, membrane basale; *E.gl*, épithélium glandulaire; *c*, cavité centrale avec granulations; *i.c*, intima chitineuse.

Fig. 9. — Portion d'un tube de Malpighi larvaire, en voie de dégénérescence, de jeune nymphe de *Bombus muscorum*.

Les cellules, arrondies et déformées, sont pourvues d'un gros noyau *n* contenant de nombreuses granulations; *t*, filament trachéen.

Fig. 10. — Tube de Malpighi, variqueux et en voie de dégénérescence, de jeune nymphe (pseudo-nymphe) de *Vespa crabro*.

Les cellules, de forme arrondie, ont un noyau peu apparent.

Fig. 11. — Contenu des tubes de Malpighi larvaires d'Hyménoptères: (larves de *Bombus pratorum*, *Vespa germanica*, *Andrena tibialis*, *Ammophila sabulosa*).

a, lamelles cristallines d'acide urique; *b*, oxalate de chaux; *c*, oxalate de chaux et granulations rectangulaires d'urates de soude et d'ammoniaque; *d,e*, urates.



OBSERVATIONS SUR LA CIRCULATION DU SANG CHEZ QUELQUES POISSONS (1)

PAR

C. SCHÖENLEIN,

ET

VICTOR WILLEM,

Directeur du laboratoire de physiologie
de la Station zoologique de Naples.

Assistant de zoologie
à l'Université de Gand (2).

L'appareil circulatoire des Poissons offre un certain nombre de caractères importants qui le différencient de celui des Mammifères, sur lesquels ont porté presque exclusivement les expériences des physiologistes: entre autres la simplicité relative du cœur, l'existence du système capillaire branchial interposé entre le cœur et les organes, la présence d'un système porte-rénal sur le trajet de retour d'une partie de liquide circulatoire.

Ces considérations nous ont engagé à entreprendre l'étude d'un domaine jusqu'à présent presque entièrement inexploré; nous y avons rencontré des difficultés très grandes, provenant surtout de dispositions anatomiques propres aux Poissons; nous y reviendrons plus loin.

Un obstacle réel que ces animaux présentent à l'expérimentation réside dans l'impossibilité d'immobiliser la plupart d'entre eux pendant la durée des opérations. En l'absence d'une méthode pratique qui permette d'atteindre ce but, nous avons dû nous adresser de préférence aux Poissons du groupe des Rajides, qui se laissent manier sans entraves. Ces animaux présentent un autre avantage :

(1) Travail fait à la Station zoologique de Naples.

(2) Le présent texte a été rédigé par V. WILLEM; C. SCHÖENLEIN publie, de son côté, le compte rendu de nos expériences dans : *Zeitschrift für Biologie*. (KUEHNE et VOIR).

grâce à leurs événements, on peut assurer artificiellement leur respiration de façon à pouvoir les maintenir hors de l'eau pendant la durée des expériences.

A raison de leur fréquence à la Station zoologique, nous avons surtout utilisé les deux espèces du genre *Torpedo* : *T. marmorata* Risso et *T. ocellata* Raf.

Procédés opératoires.

La Torpille est posée sur une table en zinc, munie d'un rebord peu élevé et d'un réservoir latéral ; la table est légèrement inclinée de façon que la queue de l'animal reste à sec : on évite ainsi que le Poisson, en se débattant, ne projette de l'eau de mer sur les appareils enregistreurs.

Pour se garantir des décharges de la Torpille, on peut la recouvrir d'une mince feuille d'étain, débordant de manière à toucher par ses bords la table en zinc ; après quelques essais, nous avons préféré, pour la simplification des dispositifs, nous habituer aux chocs électriques et n'y plus prêter attention.

La respiration s'effectue au moyen d'un tube en caoutchouc d'environ 8 millimètres de diamètre, qu'on introduit dans l'un des événements ; on le fait pénétrer jusqu'au niveau de la voûte palatine et on le fixe par un fil cousu dans la peau de l'orifice. Si le débit du tube amenant l'eau de mer est convenablement réglé (au moyen d'un serre-caoutchouc), les mouvements respiratoires s'accomplissent régulièrement et la Torpille reste immobile. Si l'afflux d'eau de mer est trop abondant, le Poisson réagit par une sorte d'éternuement : quelques mouvements d'expiration forcés projettent le liquide par le second événement ; les mouvements de l'appareil branchial s'arrêtent et la bouche s'ouvre, laissant s'écouler la presque totalité de l'eau. Si le courant est trop faible, on constate des mouvements exagérés d'inspiration et l'animal se débat sans relâche.

Dans de bonnes conditions, la Torpille se prête, sans remuer, à l'expérimentation pendant environ une heure. Après cet intervalle, les battements du cœur deviennent intermittents ; à ce moment, les mouvements respiratoires peuvent avoir déjà complètement cessé. Nous n'avons pu découvrir d'une manière certaine la cause de

ces phénomènes; il est possible qu'il faut l'attribuer à des stases sanguines qui, dans les conditions anormales de l'expérience, amènent la vacuité du cœur: nous verrons plus loin, en effet, que les causes qui déterminent la progression du sang au delà du système général des capillaires et ramènent le liquide circulatoire vers le cœur, ont une action extraordinairement faible.

Pour enregistrer les mouvements respiratoires et la pression sanguine, nous nous sommes servis de petits tambours de MAREY. Le tube de caoutchouc qui relie le vaisseau au manomètre est rempli d'une solution de sulfate de magnésium ou d'oxalate d'ammonium. Le tube correspondant à l'appareil enregistreur des mouvements respiratoires reste vide, la pression respiratoire ne nous intéressant pas pour le moment; il est introduit et fixé dans le second évent. Leviers et membranes sont choisis aussi légers que possible; on ne doit guère se préoccuper des oscillations propres de l'appareil, car le déplacement du style inscripteur — du moins dans l'enregistrement de la pression sanguine — est lent: tout au plus deux centimètres par seconde. Le manomètre est gradué lors de chaque observation.

I. Pression sanguine dans les artères afférentes branchiales.

A. TORPEDO. — Une fois les dispositions prises pour assurer la respiration de la Torpille, on retourne l'animal sur le dos.

La branche de l'aorte ventrale la plus superficielle et la seule facile à atteindre est sa dernière ramification, c'est-à-dire le tronc commun des artères branchiales 1 et 2. La manière d'opérer la plus convenable nous paraît être la suivante (1): D'un coup de ciseau, enlever un lambeau de peau, de façon à mettre à nu, sur la ligne médiane, un espace ovale commençant à la hauteur de la première fente branchiale et s'étendant jusqu'à mi-chemin de la mandibule; inciser la base commune des deux *M. depressores rostri* et rabattre latéralement l'un d'entre eux; le long du bord externe du *M. coracomandibularis* correspondant, traverser la mince épaisseur du

(1) Nous prions le lecteur de se reporter aux figures anatomiques qui se trouvent à la fin de ce mémoire.

M. hyo-mandibularis inferior : tirer de côté, vers la ligne médiane, le *M. coraco-mandibularis*. On découvre de la sorte, entre le *M. hyo-mandibularis profundus* et le thymus, le tronc commun des artères branchiales 1 et 2, qu'on peut alors préparer sur une plus grande longueur.

Dans cette opération, il faut se garder autant que possible de tirailler les organes et les isoler par petits coups de ciseaux. La méthode ordinaire, si pratique, qui consiste à déchirer les tissus pour isoler un vaisseau est, chez la Torpille comme chez les Poissons en général, peu recommandable. En effet, dans les régions où l'on doit opérer, tête, branchies, etc., courent de nombreux sinus veineux larges, à parois minces, aux limites indécises, qui se vident et deviennent invisibles pendant la dissection ; on ne les aperçoit guère que quand on les a entamés, à l'aspect spécial de leur paroi interne et dans ces conditions une aspiration d'air dans le système circulatoire est toujours à craindre. Une préparation d'artère va rarement sans ouverture de quelque sinus veineux ; dans la plupart des cas, l'hémorrhagie est peu redoutable et si, l'opération achevée, on referme la blessure, elle ne saigne généralement pas.

L'isolement du tronc commun des artères branchiales 1 et 2 est, chez la Torpille, une préparation facile, qui ne présente aucune des difficultés qu'offrent les opérations dont nous parlerons plus loin et auxquelles s'appliquent surtout les recommandations qui précèdent.

Le vaisseau une fois isolé sur une longueur suffisante, on le lie du côté périphérique et on introduit la canule dans le bout proximal. La grande majorité des Torpilles dont nous disposions permettaient l'emploi d'une canule de 1 à 1,5 millimètre de diamètre ; les exemplaires dont l'artère a deux millimètres sont assez rares. La canule employée présentait un tube latéral pour l'introduction de sulfate de magnésium, de poisons, etc. L'emploi du sulfate de magnésium exige de la prudence ; la faible masse de sang que contient le système circulatoire ne permet pas l'injection d'une grande quantité de substances étrangères. Les coagulations sont peu gênantes ; presque pas chez les Requins, dont le sang se coagule difficilement, au même titre que celui des Serpents indigènes.

Quand les appareils sont prêts à fonctionner, on replace la Torpille sur le ventre, dans sa position normale.

Abstraction faite de l'influence des mouvements respiratoires dont nous parlerons plus loin, le graphique de la pression sanguine n'offre rien de la grande variété que présente le tracé du pouls des Mammifères. Les pulsations constituent des ondulations simples, sans onde secondaire, qui se ressemblent avec une exactitude mathématique sur de longues étendues. Pas de changement de la pression moyenne sans modification correspondante dans la fréquence et la grandeur du pouls. Une augmentation de cette pression moyenne accompagne toujours une élévation du pouls ou une fréquence plus grande des battements. Nous n'avons pas encore observé de phénomène analogue aux ondes de Traube-Hering, attribuables comme celles-ci à des modifications des résistances périphériques. Dans deux cas spéciaux où rien n'avait changé dans les circonstances extérieures, la pression moyenne a gardé pendant quinze minutes une constance telle que, sur le tracé, tous les maxima et tous les minima se trouvaient rigoureusement sur deux lignes droites parallèles.

La pression dans l'aorte ventrale est très faible ; elle correspond ordinairement à une colonne d'eau de 22-24 centimètres et, dans aucun cas, de plus de 30 centimètres.

Le minimum et le maximum correspondant à une pulsation déterminée sont, comme on peut le prévoir, d'autant plus éloignés que le nombre des battements du cœur est plus petit. Ce nombre présente, comme on sait, des variations très grandes chez les animaux à sang froid, ce qui enlève toute signification à la valeur qu'on pourrait fournir pour les différences entre les minima et les maxima des pulsations. Cependant, nous donnerons les indications suivantes : chez les Torpilles que nous avons étudiées, le nombre des battements du cœur variait le plus souvent entre 30 et 40 par minute ; dans ces limites, chaque systole ventriculaire relève la pression sanguine d'environ 2 centimètres (d'eau) au-dessus du minimum précédent. Avec une pression maximum de 23 centimètres et 15 systoles par minute, on observe des oscillations un peu supérieures à 10 centimètres.

B. SCYLLIUM CATULUS L. — Lorsqu'on extrait de l'eau un Scyllium et qu'on le maintient solidement avec les mains, l'animal commence, tout en se débattant vigoureusement, à rejeter par la bouche et les

fentes branchiales le contenu fortement acide de son estomac; les vomissements sont si répétés et si violents que la muqueuse de l'estomac même finit par s'évaginer en grande partie hors de la bouche. Si l'on pratique la section de la moelle allongée à la limite postérieure, les mouvements du Poisson persistent quoique affaiblis; l'estomac continue à se vider, mais sans plus se projeter hors de la bouche (1); les mouvements respiratoires se maintiennent réguliers.

Pour diminuer encore les soubresauts de l'animal, nous lui injectons, par voie sous-cutanée, immédiatement avant les opérations une dose de curare, insuffisante pour paralyser les mouvements respiratoires. On doit, en effet, tenir compte de ce fait qu'il n'est pas possible d'entretenir une bonne circulation d'eau entre les feuillets branchiaux, sans le secours des mouvements respiratoires normaux.

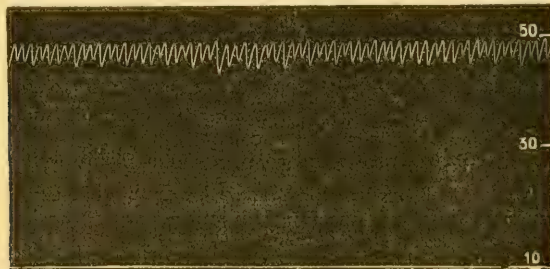
Toutes ces manipulations, jointes aux opérations que nécessitent l'isolement d'une artère, affaiblissent naturellement l'animal en expérience et nous ont empêché d'accorder grande confiance à nos premiers résultats. Dans les derniers temps cependant, nous avons réussi à opérer dans des conditions aussi favorables qu'avec les Torpilles.

Les tentatives faites pour introduire par force, de l'extérieur, une canule ou un tube dans un des événements de *Scyllium* échouent ordinairement, à cause de la résistance présentée par l'appareil occluseur et la rugosité de la peau qui tapisse l'orifice externe. Il est donc préférable de faire pénétrer le tube dans l'évent par l'orifice buccal, expédient qui facilite singulièrement l'arrangement du système destiné à assurer la respiration artificielle du Squalé. Avec de la patience, on finit par rencontrer, parmi un grand nombre d'échantillons, quelques individus qui, sans mutilation et sans injection de curare, une fois le tube respiratoire fixé, se laissent coucher sur le dos et disséquer une artère branchiale sans protestation trop véhémence.

(1) Ces mouvements doivent être considérés, au moins en partie, comme des convulsions dyspniques, sous la dépendance d'un centre qui existe manifestement dans la moelle épinière. Il est peu probable qu'il y ait aussi un centre spécial présidant aux vomissements; car ces animaux vomissent très facilement, à raison de la largeur de leur œsophage; il suffit d'une simple pression sur le ventre d'un Squalé suspendu par la queue, pour vider son estomac.

La recherche d'une artère afférente branchiale présente chez *Scyllium* de grandes difficultés pratiques, comme le lecteur peut facilement s'en convaincre par l'examen de la figure donnée par PARKER des vaisseaux sanguins de la région céphalique ventrale d'un Squalide (1). Malgré le voisinage immédiat des sinus veineux, c'est l'artère branchiale afférente 1 qui se prépare le plus aisément. Pour ce qui concerne les artères suivantes, on peut, il est vrai, en incisant la peau et les muscles le long de la ligne médiane, atteindre l'aorte ventrale sans pénétrer dans des sinus veineux ; mais la présence, en avant, des anastomoses transversales entre les sinus hyoïdiens et latéralement, des veines jugulaires inférieures ne permet pas d'isoler un tronçon d'artère au fond d'une incision profonde.

Quand on a affaire à un Squalé qui ne se débat point, il est facile d'atteindre la première artère afférente branchiale près de son origine ; l'opération ne va pas, il est vrai, sans déchirure de sinus veineux, mais cependant sans que les mouvements de l'animal occasionnent des distensions locales de ces sinus et une aspiration d'air. Pour plus de sécurité, on peut laisser couler sur la région disséquée un jet d'eau abondant, de façon qu'éventuellement il y ait entrée d'eau et non d'air dans le système circulatoire.



Tracé 1. *Scyllium catulus*. Pression à l'extrémité antérieure de l'aorte ventrale. Echelle en centimètres d'eau. L'irrégularité des pulsations est due à l'influence des mouvements respiratoires.

On obtient de la sorte des tracés de pression qu'on doit considérer comme normaux. Cette pression, mesurée chez *Scyllium catulus*,

(1) T. J. PARKER. On the blood-vessels of *Mustelus antarcticus*. *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London*. Vol. 177, 1887. Plate 34, fig. 2.

s'est trouvée équivalente à 40-50 centimètres d'eau ; notablement supérieure donc à celle de *Torpedo*.

C. *LOPHIUS PISCATORIUS* L. — Le Poisson, lié le ventre en haut sur une planchette, subit l'opération suivante : on sectionne la membrane branchiostège d'arrière en avant, entre le dernier et l'avant-dernier rayon branchiostège, jusqu'à la base des branchies. On résèque une portion de l'hyoïde et on peut ainsi découvrir, près de l'extrémité ventrale des arcs branchiaux, les artères afférentes ; le tronc commun des artères 2 et 3 présente le plus gros calibre et est le plus facile à préparer.

Nous avons trouvé comme pression moyenne environ 50 centimètres d'eau ; nous ne donnons pas cette valeur comme définitive : les poissons que nous avons à notre disposition n'étant pas dans des conditions de santé irréprochables et une respiration artificielle étant difficile à bien établir.

*
* *

Si l'on considère que cette faible pression (1) qui règne dans l'aorte ventrale des Poissons doit faire franchir au liquide sanguin le système capillaire branchial, le système capillaire général du corps et, en plus, l'un ou l'autre des systèmes porte-rénal ou hépatique, on doit admettre que les résistances fournies par les voies capillaires sont extrêmement minimales. Cette faible pression est un fait d'autant plus frappant, qu'on peut rencontrer des pressions plus considérables chez des Invertébrés : 8 cent. de mercure chez le Poulpe (FRÉDÉRICQ).

(1) Les valeurs qui résultent de nos expériences concordent avec les chiffres donnés par VOLKMANN : 46 centimètres d'eau pour le Brochet, 57 pour le Barbeau, 25 pour le Silure. (D'après HERMANN, *Handbuch der Physiologie*, Bd. IV, p. 242.) F. JOLYET (De la tension artérielle chez les Animaux Vertébrés, Bordeaux, 1880) donne pour la pression dans l'aorte ventrale de l'Anguille, 70 millimètres de mercure, soit 95 centimètres d'eau.

II. Pression sanguine au delà des branchies.

Une question intéressante à notre avis était de vérifier si les pulsations observées dans l'aorte ventrale se propagent, au delà du système capillaire des branchies, dans l'aorte dorsale et ses ramifications. Les Torpilles et les Raies se prêtent peu, à raison de leur taille et surtout des obstacles fournis par l'appareil électrique et les nageoires pectorales, à la préparation des artères épibranchiales. On ne peut guère, chez ces animaux, atteindre que les ramifications de l'aorte abdominale et comme ces vaisseaux n'admettent que des canules de petit calibre, il est à craindre que les résistances dues à la canule employée n'effacent les faibles pulsations qui pourraient exister.

Aussi, aux débuts de nos recherches, nous sommes-nous adressés de préférence à la Roussette, et cela malgré les difficultés de l'entreprise.

Notre première idée avait été d'atteindre les artères épibranchiales par le côté dorsal, en pénétrant à travers les muscles dorsaux jusqu'à la cage branchiale. Après quelques insuccès dus à la présence de la grande veine jugulaire supérieure, nous avons abandonné, trop rapidement peut-être (ce furent nos premiers essais), cette méthode pour en adopter une autre qui nous a donné quelques résultats. Elle consiste à pénétrer jusqu'aux artères épibranchiales par la cavité du pharynx en réséquant deux des arcs branchiaux du même côté.

L'animal est étendu sur le flanc dans une gouttière formée d'une feuille de plomb, dont les bords sont rabattus de façon à l'envelopper étroitement depuis la ceinture scapulaire jusqu'à la queue. Nous introduisons dans la bouche une pomme d'arrosoir fournissant un abondant jet d'eau de mer.

Pour chaque arc branchial à réséquer, on prolonge dans le sens ventral les fentes adjacentes; on lie solidement l'ensemble de la cloison branchiale au niveau de la jonction du segment hypobranchial avec le cératobranchial, profitant ainsi pour maintenir la ligature,

de l'élargissement terminal de celui-ci ; on fait une opération analogue du côté dorsal et on sectionne la portion limitée par les deux ligatures.

L'opération accomplie pour deux arcs, on atteint avec facilité le plafond de la cavité pharyngienne ; là, sous la muqueuse, entre les portions basales des arcs cartilagineux courent les artères épi-branchiales. Nous avons préparé la deuxième de ces artères, de façon à introduire une canule dans le tronçon supérieur, en communication avec l'aorte dorsale.

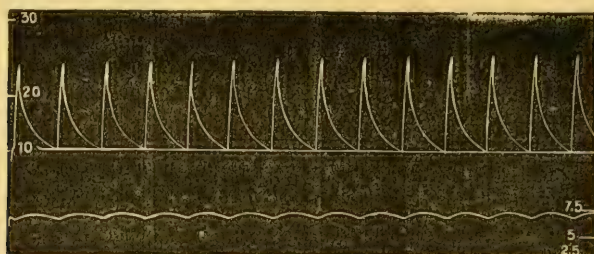
Dans les conditions expérimentales ci-dessus décrites, une notable partie des voies de passage de l'aorte ventrale à l'aorte dorsale étant supprimée, on pouvait s'attendre à constater d'autant plus aisément, au point de concours des vaisseaux respectés, l'existence éventuelle de pulsations. Et cependant, dans le seul cas où nous soyons parvenus à effectuer les opérations d'une manière irréprochable, sans hémorrhagie et sans absorption d'air, dans de bonnes conditions de pression sanguine en deçà des branchies, nous n'avons observé que momentanément de faibles traces de pulsations, correspondant à celles de l'aorte ventrale.

On peut reprocher à cette expérience de nécessiter une opération très-longue, très-pénible, amenant une irritation intense des muqueuses branchiales, ce qui peut occasionner une contraction des vaisseaux telle qu'elle empêche la transmission des pulsations normales. Il devient donc nécessaire de chercher des indications dans l'étude de la pression sanguine dans les ramifications de l'aorte abdominale.

Même chez les individus les plus calmes on ne réussit pas à ouvrir l'abdomen sans amener des mouvements convulsifs de l'animal, ce qui détermine une aspiration d'air dans les sinus veineux blessés lors de la préparation préalable de l'artère branchiale afférente : il faut donc employer le curare en injection hypodermique. Chez les grandes Roussettes, les artères abdominales accessibles — entre autres l'artère intestinale ventrale — ont un calibre assez large pour ne pas étouffer des ondes pulsatiles. Néanmoins, dans nos expériences avec ces animaux, quoique la sensibilité des appareils inscripteurs fût considérablement augmentée, des ondulations du graphique étaient à peine sensibles.

Chez *Torpedo*, au contraire, ainsi que chez *Raja (asterias et punctata)*, le graphique de la pression dans l'artère intestinale ven-

trale présente des ondulations bien marquées, qui se maintiennent régulièrement pendant toute la durée de l'expérience et qui sont manifestement sous la dépendance des contractions cardiaques. Quand ces contractions sont lentes et étendues, les ondulations acquièrent une grandeur remarquable; on constate alors très aisément leur



Tracé 2. *Raja punctata* de grande taille (dyspnée). Ligne supérieure, artère branchiale afférente; ligne inférieure, artère intestinale ventrale: propagation des pulsations cardiaques au delà du réseau capillaire des branchies. Echelles en centimètres d'eau.

retard par rapport aux pulsations de l'aorte ventrale, et chacune de celles-ci en est au milieu de sa descente quand l'ondulation abdominale atteint son maximum. (Voyez le tracé 2).

*
* *

La pression sanguine, mesurée dans l'artère intestinale d'un *Scyllium catulus*, correspond approximativement à 11-12 centimètres d'eau; chez une *Torpedo ocellata*, elle s'est trouvée d'environ 8 centimètres dans l'aorte abdominale.

III. Circulation du sang dans le système veineux; vide péricardique.

Cette faible pression qui règne dans l'aorte abdominale, et qui va, naturellement, s'atténuer encore dans ses ramifications, fait prévoir que la pression sanguine doit constituer, au delà du système général des capillaires, une vis a tergo peu efficace, et que le sang doit

circuler dans le système veineux avec une vitesse faible. Et de fait, comme le fait observer T. F. PARKER (1), on remarque une disproportion notable entre le calibre des veines et celui des artères correspondantes; une tendance des veines à s'élargir en larges sinus irréguliers; l'existence de nombreuses anastomoses, de telle façon que, probablement, le cours du sang n'a rien de défini comme chez les Vertébrés plus élevés.

L'observation montre que, chez une très grande *Torpedo marmorata*, la pression dans la veine latérale cutanée, à quelques centimètres de la ceinture scapulaire (canule dirigée vers le sinus scapulaire) est de 13 millimètres d'eau. Dans un des sinus cardinaux, l'abdomen étant largement ouvert, règne une pression presque inappréciable, souvent nulle.

Cela posé, abstraction faite de la faible pression qui peut encore persister au travers du système capillaire, les agents principaux de la progression du sang dans le système veineux sont les contractions des muscles du corps et le vide péricardique.

L'action du premier facteur se manifeste clairement chez les *Scylium* curarisés, chez lesquels on voit, au bout de peu de temps, les pulsations du cœur se ralentir et la pression dans l'aorte ventrale diminuer sous l'influence du manque de sang. Il suffit alors de soulever la partie postérieure de l'animal, pour voir le jeu du cœur s'accélérer grâce au nouvel afflux de sang que la pesanteur fait couler de l'abdomen vers le cœur.

Le même phénomène s'observe encore lorsqu'on promène la pince électrique sur la peau de l'animal en expérience et qu'on produit ainsi la contraction des muscles sous-jacents.

Disons en passant que cette accélération du cœur et cette élévation de pression s'obtiennent aussi par la compression graduelle de l'abdomen chez les Torpilles non curarisées.

Un semblable mécanisme de progression du sang tendrait à faire supposer l'existence, le long des veines, comme chez les Mammifères, de valvules dirigeant le cours du liquide. Il n'en est cependant pas ainsi; les parois minces des conduits veineux se relèvent en trabécules conjonctifs qui donnent à la cavité un aspect alvéolaire, mais qui ne semblent pas fonctionner comme valvules. On ne décrit de formation valvulaire qu'au confluent du sinus du Cuvier et de la

(1) Loco citato, p. 722.

veine jugulaire, où T. F. PARKER (1) signale l'existence de deux replis semi-lunaires empêchant tout reflux de sang vers la veine jugulaire. Nos injections confirment cette donnée.

*
**

La possibilité d'une pression négative dans la cavité péricardique présuppose l'existence de parois rigides. Des muscles épais, les coraco-mandibulaires et les coraco-branchiaux ; la plaque cartilagineuse

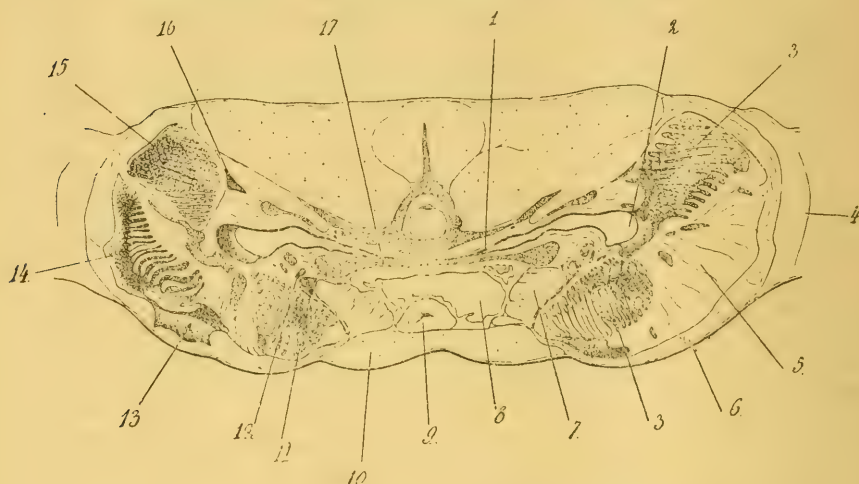


Fig. 1. — *Torpedo marmorata*. Coupe transversale au niveau de la 3^e fente branchiale, regardée du côté antérieur. $\times 1,6$.

- | | |
|---|---|
| 1. Cavité pharyngienne. | 10. M. coraco-mandibularis. |
| 2. Orifice branchial interne IV. | 11. Veine jugulaire inférieure. |
| 3. Chambre branchiale gauche IV. | 12. Veine branchiale nourricière 4 (veine de Duvernoy). |
| 4. Appareil électrique. | 13. Fente branchiale III. |
| 5. Cloison branchiale III-IV. | 14. Chambre branchiale III, droite. |
| 6. M. constrictor arcuum branchialium proprius. | 15. Chambre branchiale IV, droite. |
| 7. M. coraco-branchialis. | 16. Veine jugulaire. |
| 8. Oreillette du cœur. | 17. Cartilage subpharyngien. |
| 9. Bulbe aortique. | |

subpharyngienne, les coracoïdes réalisent cette condition pour la face ventrale et la partie antérieure de la face dorsale de la cavité. Pour le reste, c'est-à-dire pour la grande fenêtre qu'encadrent le

(1) Loco citato, p. 710.

bord postérieur de la plaque subpharyngienne, les arcs branchiaux V et les coracoides, une rigidité relative est assurée par l'application du péricarde et de la cloison diaphragmatique aux parois épaisses de l'œsophage et au foie. Ceci, entre parenthèses, suffit pour démontrer une action des mouvements de déglutition sur la circulation cardiaque. Un autre point, la région triangulaire comprise entre les bases des deux muscles coraco-mandibulaires, présente une rigidité moins considérable et la fascia qui la ferme se soulève, à chaque systole, sous l'action du choc du ventricule. Nous renvoyons, pour faciliter la compréhension de ces détails, aux figures ci-contre.

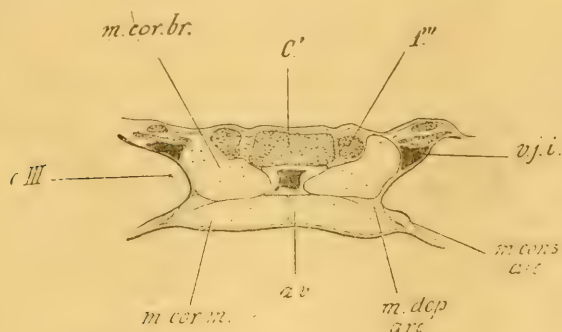


Fig. 2. — *Torpedo marmorata*. Coupe transversale, au niveau de la 2^e fente branchiale. $\times 2$.

- a. v.* Origine de l'aorte ventrale.
- m. cor. m.* M. coraco-mandibularis.
- m. cor. br.* M. coraco-branchialis.
- m. dep. arc.* M. depressor arcuum branchialium.
- m. cons. arc.* M. constrictor arcuum branchialium proprius.
- c. III.* Chambre branchiale III.
- v. j. i.* Vena jugularis inferior.
- C'*. Cartilage subpharyngien.
- 1'''*. Segment hypobranchial III.

Il existe bien, traversant la cloison diaphragmatique, un canal découvert par MOXRO : sorte d'entonnoir à parois minces, dont l'extrémité évasée se trouve dans la cavité péricardique à peu près sur la ligne médiane, au-dessus de la pointe du ventricule ; le bec de l'entonnoir court sur la face ventrale de l'œsophage. Mais l'orifice évasé est couvert par la pointe du cœur et par la portion du feuillet péricardique qui se réfléchit sur la face supérieure du ventricule ;

de plus, ce canal traversant obliquement le diaphragme, ses parois sont appliquées l'une contre l'autre et la portion abdominale, assez longue, est écrasée par la pression des organes voisins.

Le moyen le plus pratique pour mettre la cavité péricardique en relation avec un appareil manométrique est, selon notre expérience, le suivant : ouvrir la cavité abdominale ; tirer le foie en arrière ; décoller le péritoine de la paroi abdominale de façon à pouvoir abaisser les sinus hépatiques sans les blesser ; placer la pointe d'une grosse canule de Pravaz tout contre le bord supérieur (1)

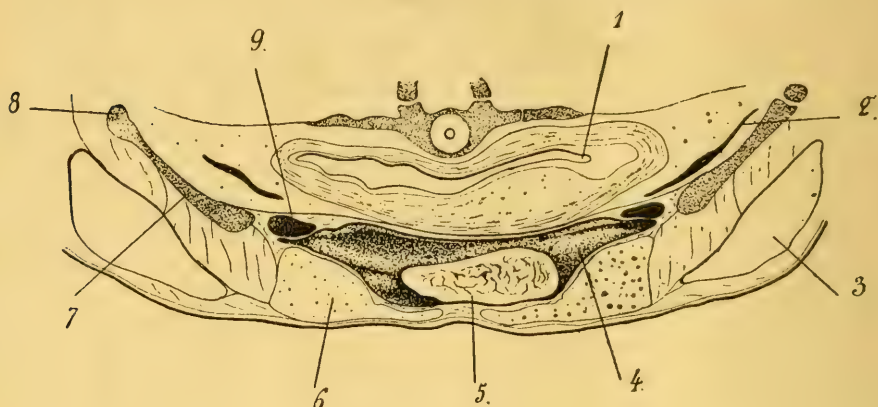


Fig. 3. — *Torpedo marmorata*. Coupe transversale, un peu en avant de la ceinture scapulaire, regardée d'avant. $\times 2,1$.

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Œsophage. | 6. M. coraco-mandibularis. |
| 2. Veine cardinale. | 7. Ceratobranchial de l'arc V. |
| 3. Chambre branchiale V. | 8. Epibranchial de l'arc V. |
| 4. Diaphragme péricardo-abdominal. | 9. Sinus de Cuvier. |
| 5. Pointe du ventricule. | |

du coracoïde, à $3/4$ de centimètre à droite de la ligne médiane ; diriger cette canule latéralement et ventralement ; l'enfoncer de quelques millimètres. De cette façon, la canule suit le bord droit du ventricule, passe au-dessous de la moitié droite de l'atrium et se dirige

(1) Les termes « supérieur » et « droite » se rapportent à l'animal et non à l'expérimentateur.

vers la pointe de l'oreillette ; si on enfonce la canule trop profondément, on blesse l'oreillette. Cette opération est délicate et ne réussit pas chaque fois.

Nous avons, de cette façon, constaté chez une Torpille de petite taille une pression de -5 centimètres d'eau. Il règne donc entre les

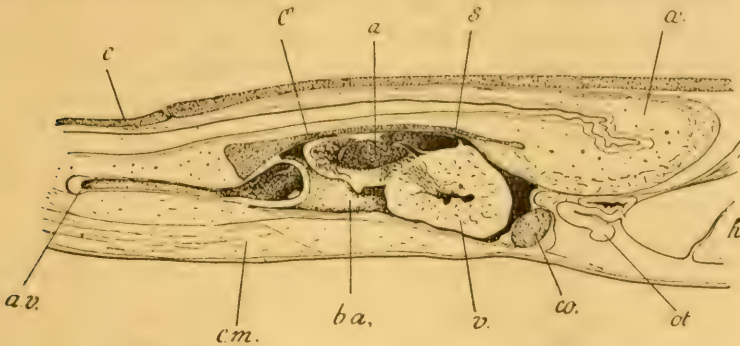


Fig. 4. — *Torpedo ocellata* femelle. Coupe sagittale médiane, à travers la région du cœur et le péricarde ; moitié droite. $\times 2$.

- a. Oreillette.
- s. Atrium. On voit l'orifice de communication entre l'oreillette et l'atrium.
- v. Ventricule.
- b. a. Bulbe aortique.
- a. v. Bifurcation terminale de l'aorte ventrale.
- c. Base du crâne.
- C'. Cartilage subpharyngien.
- c. m. M. coraco-mandibularis.
- co. Coracoïde.
- h. Foie.
- ot. Pavillon de la trompe ; au-dessus, coupe du sinus hépatique.
- œ. (Esophage, se dirigeant vers la gauche.

REMARQUE. Cette coupe ayant été faite chez un exemplaire où le diaphragme avait été perforé, le dessin montre entre le ventricule et le coracoïde un espace accidentel ; en outre le foie et le pavillon de la trompe doivent avancer, de manière que celui-ci touche le diaphragme. Nous avons maintenu ces inexactitudes pour la clarté du dessin.

deux feuillets du péricarde une pression négative qui tend nécessairement à se transmettre à l'intérieur des compartiments cardiaques (1) et qui produit l'écoulement dans l'atrium du sang veineux des régions

(1) L'élasticité des parois, très minces, de l'atrium et de l'oreillette détermine naturellement une différence de pression dans ces cavités et la cavité environnante.

voisines. Le cœur cessant de battre, ce liquide affluerait de plus en plus et ferait remonter la pression péricardique jusqu'au moment où serait établi l'équilibre pour tout le système circulatoire. Mais ce sang qui arrive au cœur est constamment lancé par les systoles ventriculaires hors de la cavité péricardique : il se maintient de la sorte une pression négative, en relation avec l'activité relative des deux phénomènes antagonistes. C'est donc en réalité la contraction du ventricule qui non seulement assure la propulsion du sang dans le système artériel, mais qui fournit aussi la force nécessaire à l'afflux du liquide qui vient gonfler l'oreillette au moment où elle cesse de se contracter.

A chaque systole du ventricule, le volume des organes contenus dans le péricarde diminue et la pression péricardique doit baisser d'une quantité correspondante à l'inertie du liquide extérieur qui vient rétablir l'équilibre. C'est ce que confirme l'expérience : si on met la canule introduite dans le péricarde en relation avec un appareil inscripteur, on obtient un graphique analogue au tracé 3; on constate des oscillations de pressions synchrones avec les systoles ventriculaires, qu'on peut compter directement par l'examen du triangle compris entre la base des muscles coraco-mandibulaires.



Tracé 3. *Torpedo ocellata*. Graphique de la pression dans la cavité péricardique. Echelle en centimètres d'eau. La longueur du tracé correspond à une durée de 4 minutes. En A, suspension du courant d'eau ; en B, mouvements de l'animal ; en C, mouvements d'expiration forcés.

D'autres facteurs altèrent la régularité du graphique, entre autres les mouvements de l'animal, qui agissent soit en diminuant la capacité du péricarde (comme peut-être les mouvements violents d'expiration), soit en amenant un afflux plus considérable de sang veineux au cœur.

La suspension du courant d'eau respiratoire qui, comme nous le

verrons plus loin, cause le ralentissement et même l'arrêt des contractions cardiaques, produit une élévation de la pression péri-cardique.

*
* *

Nous nous sommes proposés de mettre en lumière l'action de la pression péri-cardique sur la circulation, en faisant varier sa grandeur.

Si on pratique un orifice entre les bases des deux muscles coraco-mandibulaires, de façon à pénétrer dans le péricarde, on observe que le cœur cesse rapidement de remplir toute la cavité péri-cardique et, simultanément, le graphique de la pression dans l'aorte ventrale témoigne un ralentissement considérable de l'afflux sanguin au cœur. La fixité des parois péri-cardiques étant ainsi anéantie, la systole ventriculaire ne produit plus d'appel de sang dans l'oreillette ; à moins cependant, que la paroi ventrale du ventricule ne continue à adhérer aux lèvres de la plaie et à fermer l'orifice.

L'animal étant ainsi préparé, nous couvrons la fenêtre du péricarde au moyen d'un petit entonnoir renversé, dont le bec est relié par un tube à un second tambour enregistreur. Sur ce tube sont greffés, en premier lieu un petit manomètre à air libre, ensuite un tube secondaire permettant de modifier par aspiration la pression qui règne dans tout ce système.

Au moment où, en aspirant, on produit un vide péri-cardique, le cœur tout entier prend un volume plus grand et immédiatement la pression dans l'aorte ventrale *augmente*. Si on laisse rentrer l'air dans l'appareil, cette pression retombe à sa valeur primitive, en présentant une légère hausse momentanée, correspondant à l'instant de l'ouverture.

L'action du vide péri-cardique varie d'après la quantité de sang contenue dans le système circulatoire. Normalement, elle se manifeste comme nous venons de le décrire ; mais si on augmente progressivement par des injections d'eau de mer la quantité du liquide circulatoire, l'influence de ce facteur diminue de plus en plus. Il arrive même un moment où une baisse de pression dans la cavité péri-cardique détermine une diminution de la pression dans l'aorte ventrale : c'est lorsque le système circulatoire est anormalement distendu ; un vide péri-cardique impose alors au ventricule un travail supplémentaire.

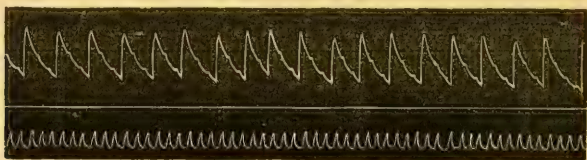
IV. Influence de la respiration sur la circulation du sang.

La respiration a sur la circulation sanguine une double influence, les mouvements respiratoires agissent sur la forme du tracé sphymographique; il se manifeste en outre, lors de l'arrêt de la respiration, un réflexe qui part de la cavité pharyngienne et qui suspend les contractions du cœur.

Examinons d'abord la première de ces deux actions.

La Torpille, dans sa position normale, gisant la face ventrale appliquée contre le sol, l'eau de respiration s'introduit dans le pharynx non par la bouche, comme chez les Squales et les Téléostéens, mais par les événements qui s'ouvrent et se ferment rythmiquement. L'eau jaillit, à des intervalles correspondants, des orifices branchiaux externes. On peut constater facilement que les mouvements inspiratoires créent une pression négative dans la cavité respiratoire: les bords antérieurs minces des fentes branchiales sont, par aspiration, appliquées sur la paroi postérieure de l'orifice, qu'ils ferment ainsi au moment où les événements s'ouvrent.

Comme on le comprend aisément, ces variations se transmettent, au travers des parois minces et flexibles de la muqueuse et des capillaires branchiaux, au liquide qui circule dans le réseau respiratoire.



Tracé 4. *Torpedo ocellata*. Ligne supérieure: Tronc commun des artères afférentes branchiales 1 et 2; ligne inférieure, mouvements respiratoires. Le nombre de ceux-ci est d'environ 3 par systole ventriculaire. Le tracé correspond à une durée d'inscription de 2 minutes.

Si nous considérons un point déterminé du système afférent des branchies, la pression y est soumise d'un côté à des oscillations dues aux systoles ventriculaires, de l'autre côté à des oscillations corres-

pendant au rythme respiratoire. Celles-ci sont suffisamment marquées pour modifier sensiblement le tracé cardiaque : les graphiques 4 et 5 sont deux cas choisis pour faire ressortir ce phénomène.



Tracé 5. *Torpedo ocellata*. Pression dans le tronc commun des artères afférentes branchiales 1 et 2. Interférence des ondulations dues aux systoles ventriculaires avec celles que déterminent les mouvements respiratoires, dans le cas où ces deux phénomènes sont presque synchrones.

Que les modifications accessoires observées dans la forme des pulsations cardiaques résultent bien des mouvements respiratoires, c'est ce qui est démontré par leur synchronisme, difficile à suivre dans tous ses détails pour le cas représenté par le tracé 5, mais facile à constater dans toutes ses phases sur le tracé 4. La cause du phénomène en question réside dans les variations de la pression qui règne dans la cavité où baigne le réseau capillaire des branchies et non, comme on pourrait être tenté de le supposer, dans l'action directe des muscles expirateurs sur le péricarde et le cœur (1). En effet, 1° le phénomène en question s'observe encore après l'ouverture large du péricarde et la mise à nu du ventricule ; 2° si l'on augmente le débit du tube amenant l'eau de respiration et, de cette façon, la pression dans les chambres respiratoires, on constate une élévation subite (mais momentanée) de la pression sanguine de l'aorte ventrale.

L'influence des mouvements respiratoires se fait aussi sentir de l'autre côté du système branchial. Dans des conditions favorables, on peut constater sur le graphique de la pression de l'artère intes-

(1) Une action de ce genre est possible cependant et se manifeste lors des mouvements d'expiration forcée que fait la Torpille : ils se traduisent par une hausse rapide et fugitive dans la pression sanguine. L'examen de la figure 4 montre clairement que la contraction des muscles qui, directement ou indirectement, rapprochent le coracoïde des segments ventraux des arcs branchiaux et diminuent ainsi la longueur de la cavité péricardique, agissent sur le cœur et sur la pression dans l'aorte ventrale.

tinale de *Torpedo* des fuscaux analogues à ceux qui se présentent sur le tracé 5 de l'aorte ventrale ; on peut aussi obtenir un aspect

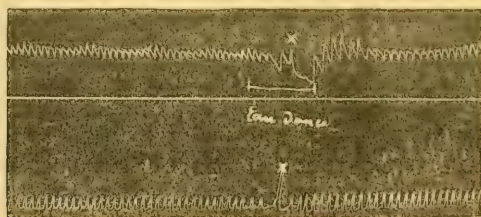


Tracé 6. *Torpedo ocellata*. Aorte intestinale ventrale : Pulsations cardiaques et ondulations respiratoires. (Les mouvements respiratoires et les systoles ventriculaires sont de même fréquence).

semblable à celui du tracé 6, où l'action des mouvements d'expiration est marquée par un crochet accessoire sur la partie déclive de la courbe du pouls.

*
* *

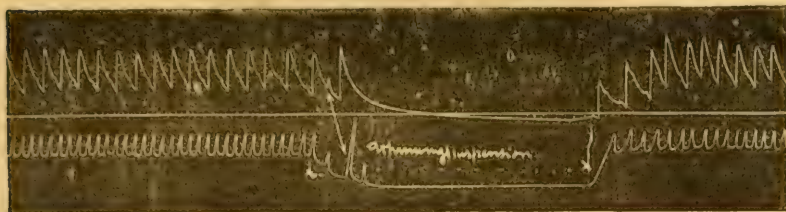
Si au lieu d'eau de mer, on fournit à une Torpille qui respire artificiellement de l'eau douce ou de l'eau de mer additionnée de matières étrangères dissoutes (sels, chloroforme, acide phénique), l'animal cesse brusquement de respirer et rejette ce liquide par la bouche. Au même instant, le cœur s'arrête ou se ralentit considérablement ; la pression aortique tombe en quelques secondes à rien ; quelquefois cependant elle subit des relèvements brusques et momentanés dus, non à des systoles intermittentes du cœur, mais à de violents mouvements d'expiration. Si on fait cesser l'excitation désagréable de



Tracé 7. *Torpedo ocellata*. Première ligne, tronc commun des artères branchiales afférentes 1 et 2. Ligne inférieure : Mouvements respiratoires. Arrêt du cœur provoqué par l'arrivée d'eau douce dans la cavité pharyngienne. En X, un mouvement d'expiration violent et son effet sur la pression artérielle.

la muqueuse pharyngienne, la respiration reprend régulièrement et les contractions normales du cœur réapparaissent aussitôt. (Tracé 7).

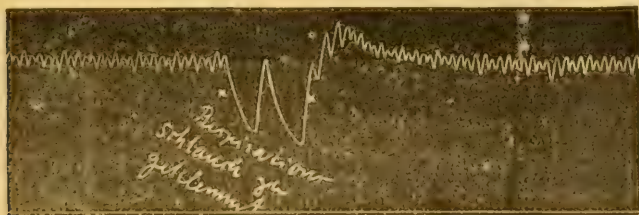
Si on interrompt le courant d'eau respiratoire, l'animal commence à s'agiter ; puis, par un violent mouvement inspiratoire, il maintient la bouche si largement ouverte qu'on aperçoit les fentes branchiales



Tracé 8. *Torpedo ocellata*. Ligne supérieure : Pression dans le tronc commun des artères af. br. 1 et 2. Ligne inférieure : mouvements respiratoires. Arrêt du cœur provoqué par l'arrêt du courant d'eau respiratoire (de X en X).

internes : mouvements exactement inverses de ceux qui viennent d'être décrits. Et cependant, le cœur s'arrête aussi au moment précis où le courant d'eau est suspendu. (Tracés 8 et 9).

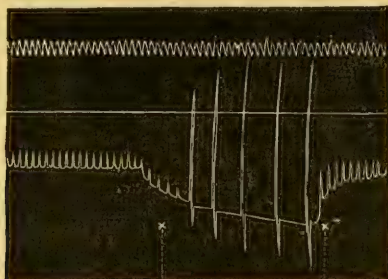
Un effet identique dû à deux ensembles de mouvements inverses fait déjà soupçonner qu'il ne s'agit point ici d'une action mécanique sur le cœur. Des expériences avec des sujets atropinisés viennent confirmer cette supposition. Comme essai préliminaire, nous nous sommes assurés que le nerf vague agit chez ces animaux comme



Tracé 9. *Scyllium canicula*. Pression à l'extrémité antérieure de l'aorte ventrale. Arrêt du cœur provoqué par l'arrêt du courant respiratoire (de X en X).

modérateur des contractions du cœur : la moelle allongée ayant été mise à nu, nous avons excité par un courant d'induction les racines du pneumo-gastrique ; il en est résulté l'arrêt du cœur. Même

résultat, par la suppression de l'eau destinée à la respiration. — Puis, par le tube latéral de la canule, nous pratiquons une injection d'atropine ; après quelques minutes d'attente, ni l'excitation de la moelle



Tracé 10. Même exemplaire de *Torpedo ocellata* qui a fourni le tracé 8. Arrêt du courant respiratoire (de X en X) après injection d'atropine. La ligne inférieure enregistre 5 mouvements d'expiration forcée, qui ont provoqué 5 élévations brusques de pression dans l'artère branchiale.

allongée, ni l'interruption du courant d'eau ne déterminent l'arrêt du cœur. L'animal tombe bien en tétanos sous l'action de l'excitation de la moelle allongée, mais le cœur continue tranquillement à battre.

Nous avons obtenu le même résultat avec *Scyllium catulus*, avec *Raja*. Dans d'autres expériences, nous avons observé un résultat analogue après injection d'une forte dose de curare.

Le réflexe d'arrêt du cœur par irritation des nerfs centripètes partant de la région respiratoire, existe donc chez les Plagiostomes comme chez les Vertébrés à sang chaud. Il ne s'agit pas en effet, de phénomènes consécutifs à l'excitation des centres nerveux par l'exagération de la venosité du sang qui les baigne : l'arrêt du cœur est instantané et, dans le cas de la suspension du courant d'eau, il précède de beaucoup les manifestations générales de la dyspnée. Il accompagne aussi, comme nous l'avons dit, une irrigation exagérée des cavités branchiales. En outre, on peut fournir à l'animal pendant un temps relativement long (10 minutes, par exemple, pour fixer les idées) de l'eau bouillie sans observer de phénomènes spéciaux du côté des mouvements respiratoires et des contractions cardiaques. (1).

(1) Il est remarquable que dans ces conditions, ces mouvements respiratoires ne s'accélérent pas notablement. Le nombre de ces mouvements est peu différent, lorsqu'on irrigue les branchies avec de l'eau bouillie ou avec de l'eau fortement aérée, à la même température (Torpille).

Chez les Vertébrés à sang chaud, les phénomènes de dyspnée s'accompagnent d'une hausse de la pression artérielle par suite d'une contraction des artérioles ; cette augmentation de pression n'est pas visible chez les Plagiostomes atropinisés, après l'arrêt du courant d'eau respiratoire. Il est vrai que nous n'avons pas prolongé cet arrêt pendant un temps très long.

Appendice.

Nous avons éprouvé, au début, quelque embarras pour nous orienter dans la dissection de la région branchiale de la Torpille. Les mémoires de GEGENBAUR (1), de VETTER, (2), de T. J. PARKER (3) fournissent assez de renseignements sur l'anatomie du squelette, des muscles et du système circulatoire de Scyllium. Par contre, si nous trouvons décrit (4), il est vrai avec quelques inexactitudes de détails, le squelette de *Torpedo* ; et si les données qu'on trouve dans HYRTL (5) et dans PARKER (6) suffisent pour s'orienter dans le système circulatoire de ce Poisson, il nous manque une bonne description des muscles de la tête et de la région branchiale de la Torpille : le peu qu'on trouve dans la thèse d'ALBRECHT (7) est faux ; la figure 35 (Tafel XIV) du mémoire de G. FRITSCH (8) est inexacte et

(1) C. GEGENBAUR. Das Kopfskelet der Selachier, dans *Untersuchungen zur vergl. Anat. d. Wirbelthiere*. 1872.

(2) B. VETTER. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen und Kiefermuskulatur der Fische. *Jenaische Zeitschrift*, Bd. VIII. 1874.

(3) T. J. PARKER. On the blood-vessels of *Mustelus antarcticus*, *Philos. Trans. Roy. Soc. London*. V. 117, 1887.

(4) Dans C. GEGENBAUR, mémoire cité ; Taf. XX.

(5) HYRTL. Das arterielle Gefäß-System der Rochen. *Denkschriften der Math.-Naturwiss. Classe d. k. Akademie Wien*. 1858.

(6) T. J. PARKER. Mémoire cité.

(7) ALBRECHT. Beitrag sur Morphologie des M. omo-hyoides und der ventralen inneren Interbranchialmuskulatur in der Reihe der Wirbelthiere. Inauguraldissertation. Kiel, 1876.

(8) G. FRITSCH. Die elektrischen Fische. 2^{te} Abtheilung: Die Torpedineen. Leipzig, 1890.

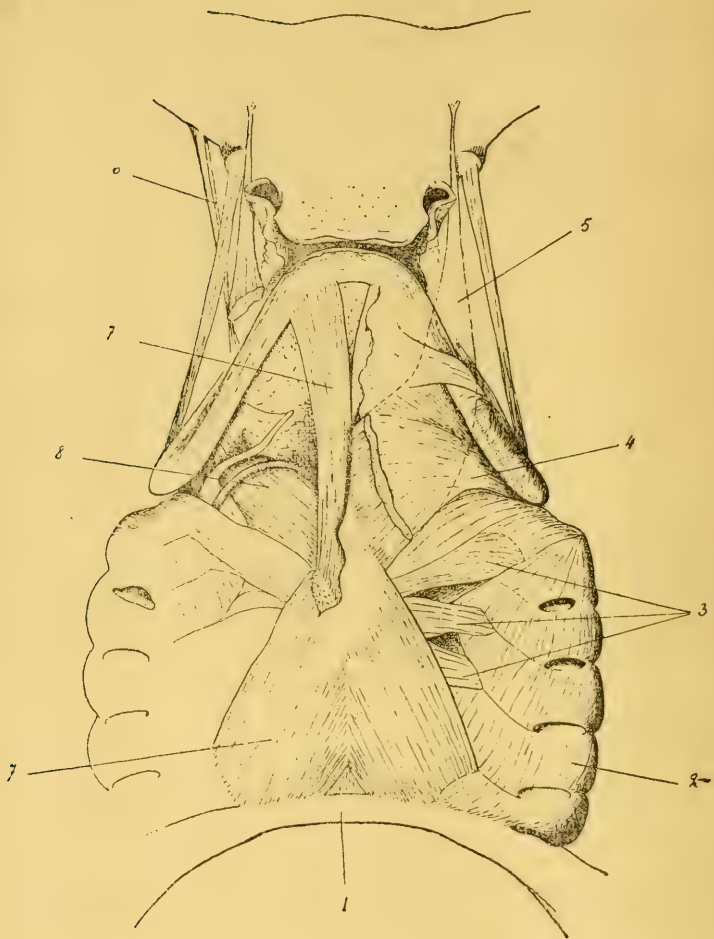


Fig. 5. — *Torpedo ocellata*. Région branchiale, côté ventral.
Muscles de la région superficielle. Réduction aux $\frac{4}{5}$
de la grandeur naturelle.

1. Coracoïde.
2. M. constrictor arcuum branchialium proprius.
3. M. depressor arcuum branchialium.
4. M. hyomandibularis inferior.
5. Position du M. depressor rostri.
6. Double tendon du M. levator rostri.
7. M. coraco-mandibularis.
8. M. hyomandibularis profundus, croisé par le tronc
commun des artères afférentes branchiales 1 et 2.

les noms des muscles manquent; enfin SAGEMEHL, qui avait entrepris la description du système musculaire branchial des

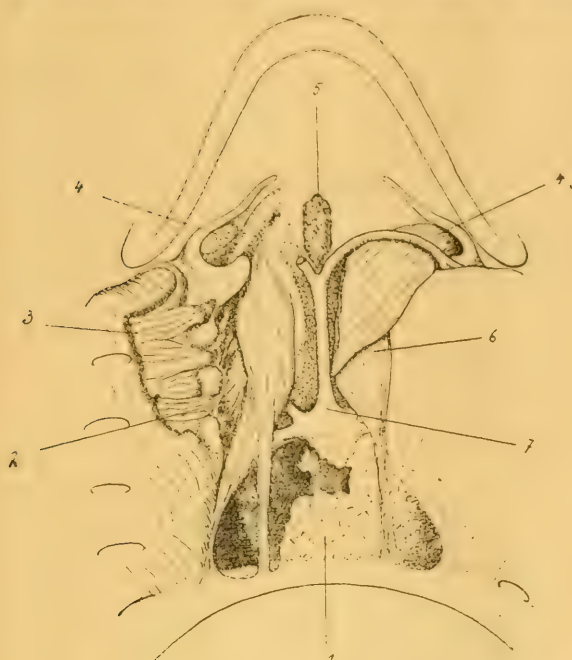


Fig. 6. — *Torpedo ocellata*. Région branchiale. côté ventral. Muscles de la zone profonde. Réduction aux $\frac{4}{5}$ de la grandeur naturelle.

1. Portion ventrale du péricarde, enlevée en partie pour montrer la cavité péricardique et le bulbe aortique.
2. Veine jugulaire inférieure, élargie par la traction du lambeau 3.
3. M. depressor arcuum branchialium, sectionné et renversé.
4. M. hyomandibularis profundus.
5. Thymus.
6. M. coraco-branchialis.
7. Aorte ventrale, avec ses ramifications : 1 + 2, 3, 4 + 5 artères branchiales afférentes.

Rajides dans le *Bronn's Thier-Reich*, (1) l'a laissée incomplète : les figures ne sont pas parues encore et les muscles de *Torpedo* n'y sont qu'imparfaitement renseignés.

(1) *Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*. Pisces, p. 102.

Nous avons donc dû reprendre cette question. Faire ici l'anatomie complète des muscles de la tête de la Torpille nécessiterait la description de leur innervation et la discussion de leurs homologues chez les autres Plagiostomes ; elle comporterait des développements hors de proportion avec le but poursuivi. Nous nous contenterons de donner, en appendice, à la fin de notre mémoire, les renseignements anatomiques nécessaires pour suivre l'énoncé de nos procédés opératoires. Nous trouvons même inutile de donner la description détaillée des muscles étudiés : les deux figures ci-contre, avec leurs légendes explicatives, suffisent pour l'orientation du lecteur (1).

(1) Nous avons employé la nomenclature de SAGEMEHL.



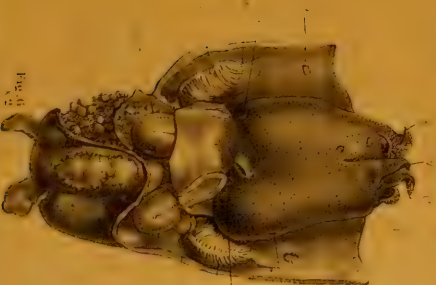
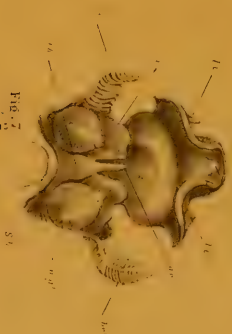


Fig. 1.
2

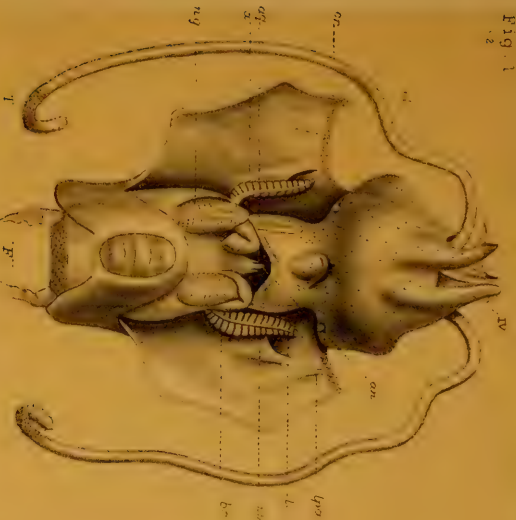


Fig. 2.
2

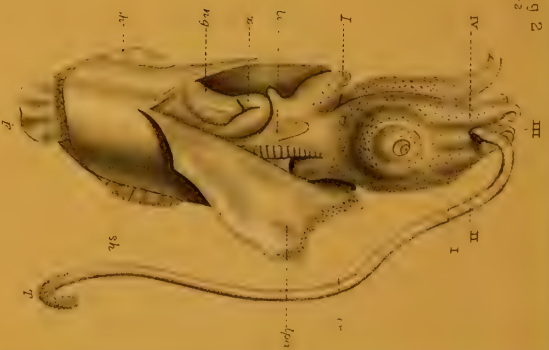


Fig. 4.
2

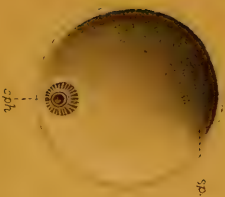


Fig. 5.
2

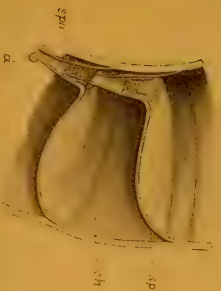


Fig. 3.
2

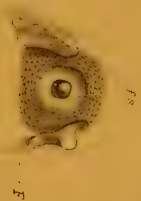


Fig. 7.
2

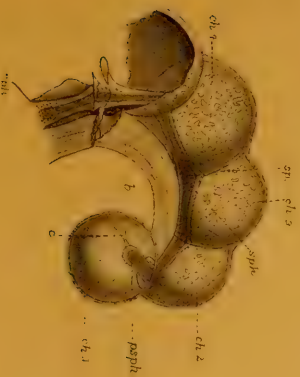
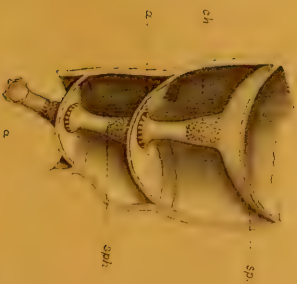
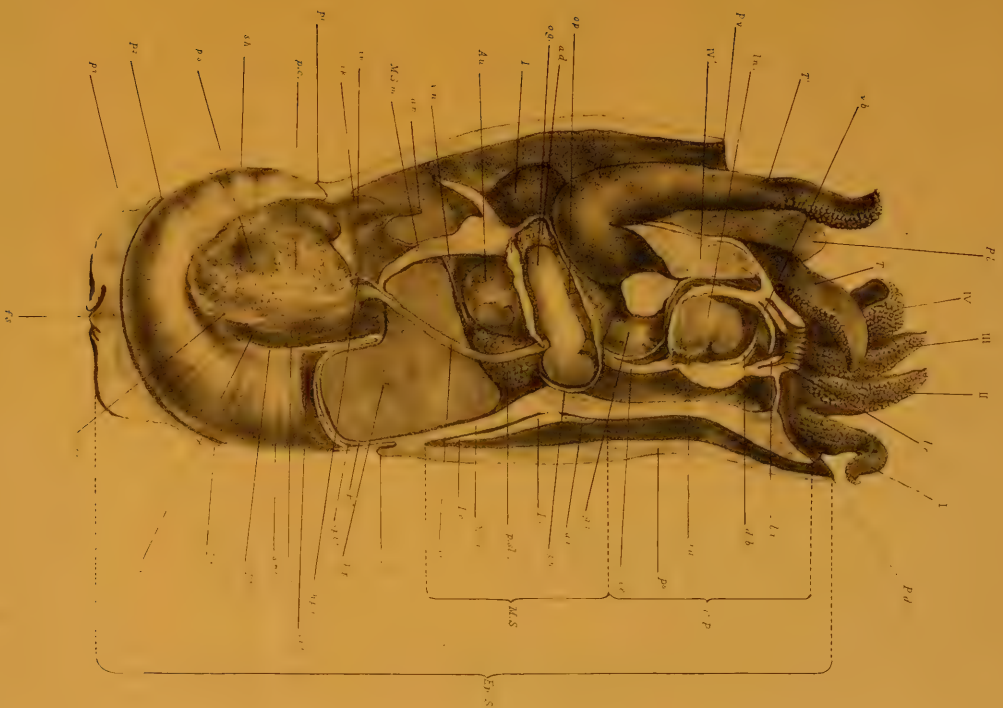


Fig. 6.
2





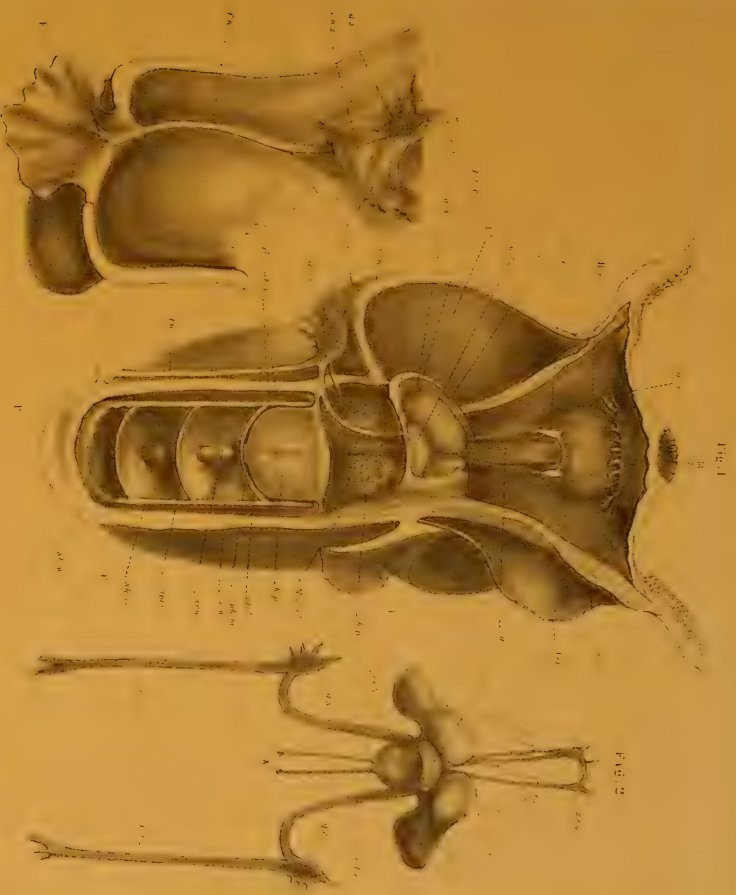


Fig. 3

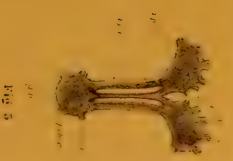


Fig. 5



Fig. 2



Fig. 4



Fig. 1.
x 4.

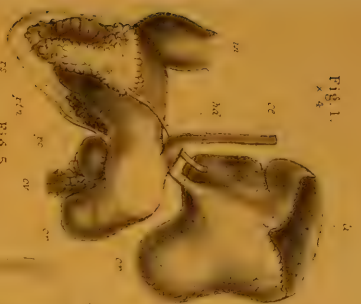


Fig. 8.
x 4.

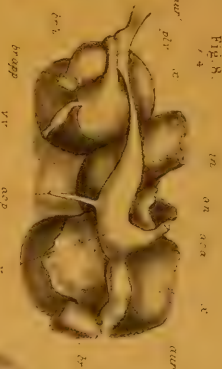


Fig. 2.
x 4.

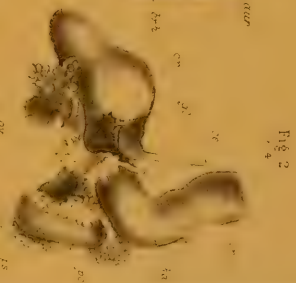


Fig. 3.
x 8.

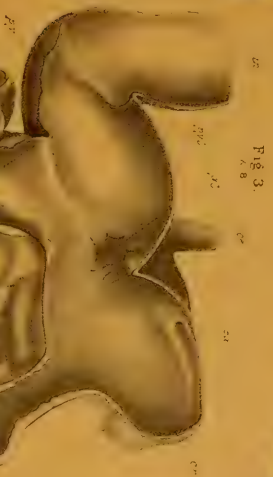


Fig. 6.
x 5.



Fig. 5.
x 5.

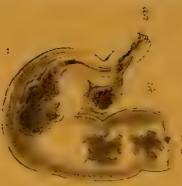


Fig. 10.



Fig. 9.

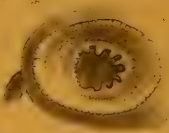


Fig. 7.
x 10.

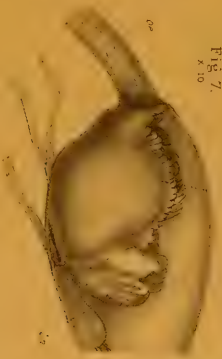


Fig. 4.
x 4.



Fig. 12.

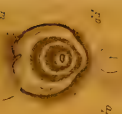


Fig. 11.
x 6.



Fig. 17.



Fig. 16.



Fig. 14.
x 8.



Fig. 13.
x 200.





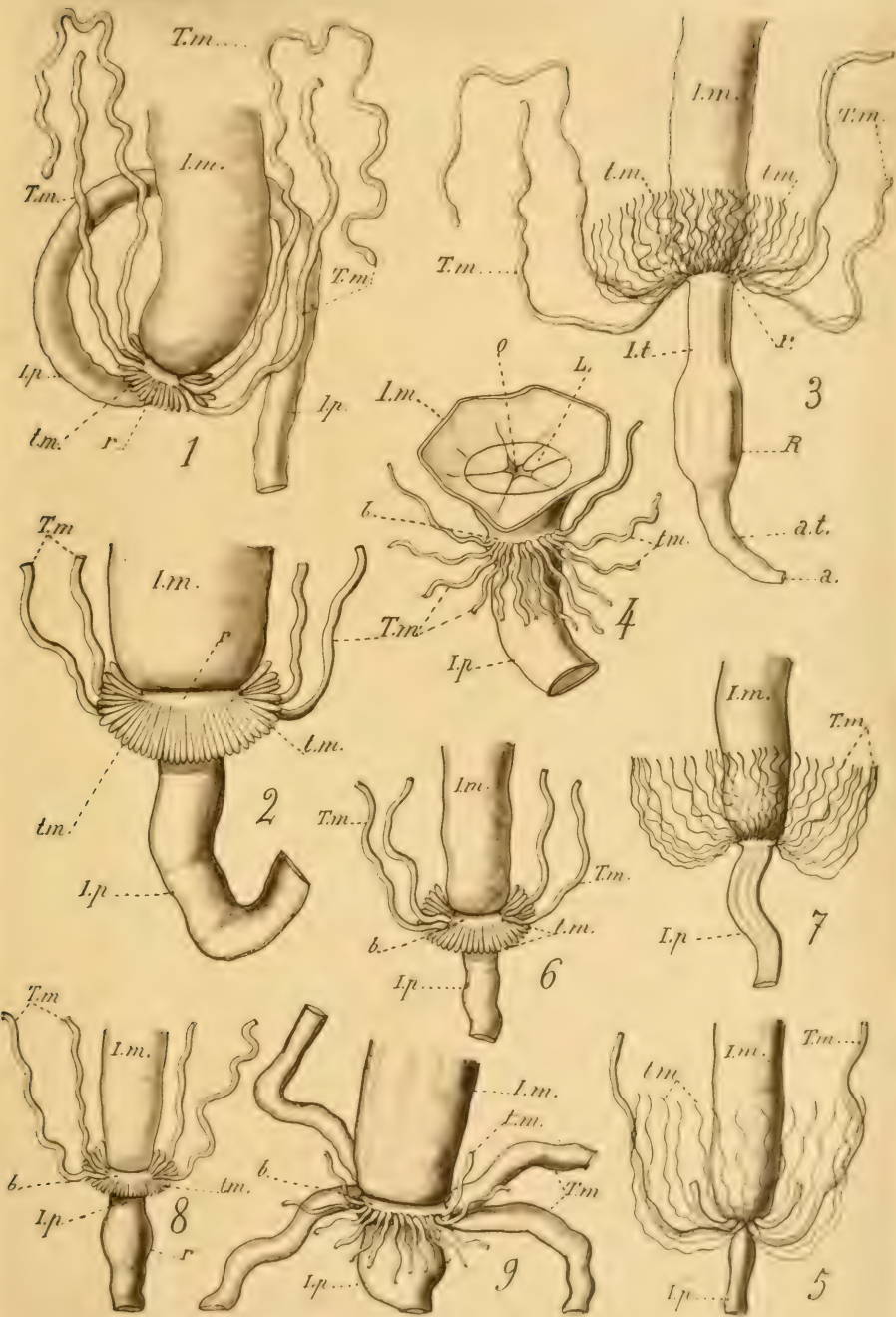


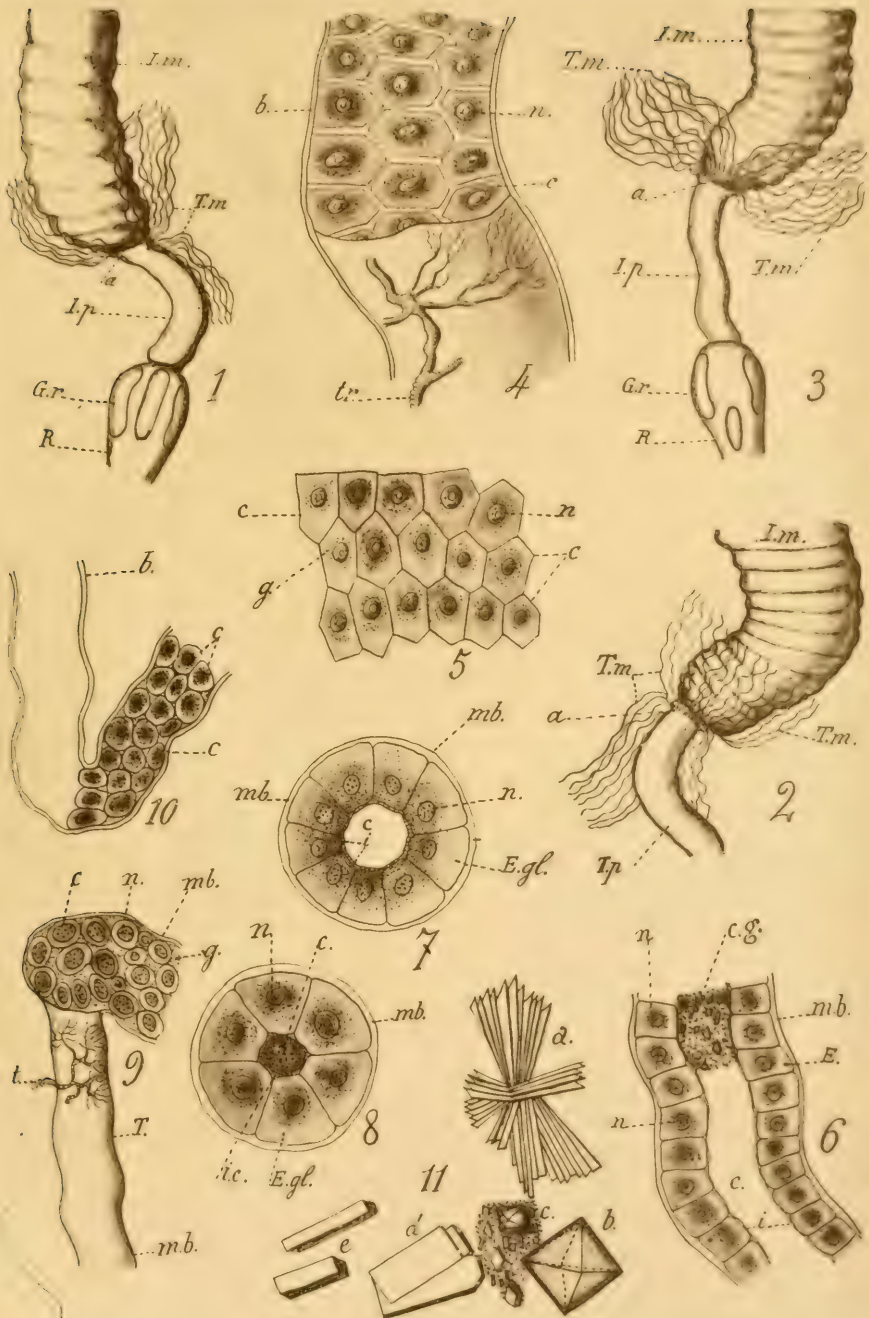


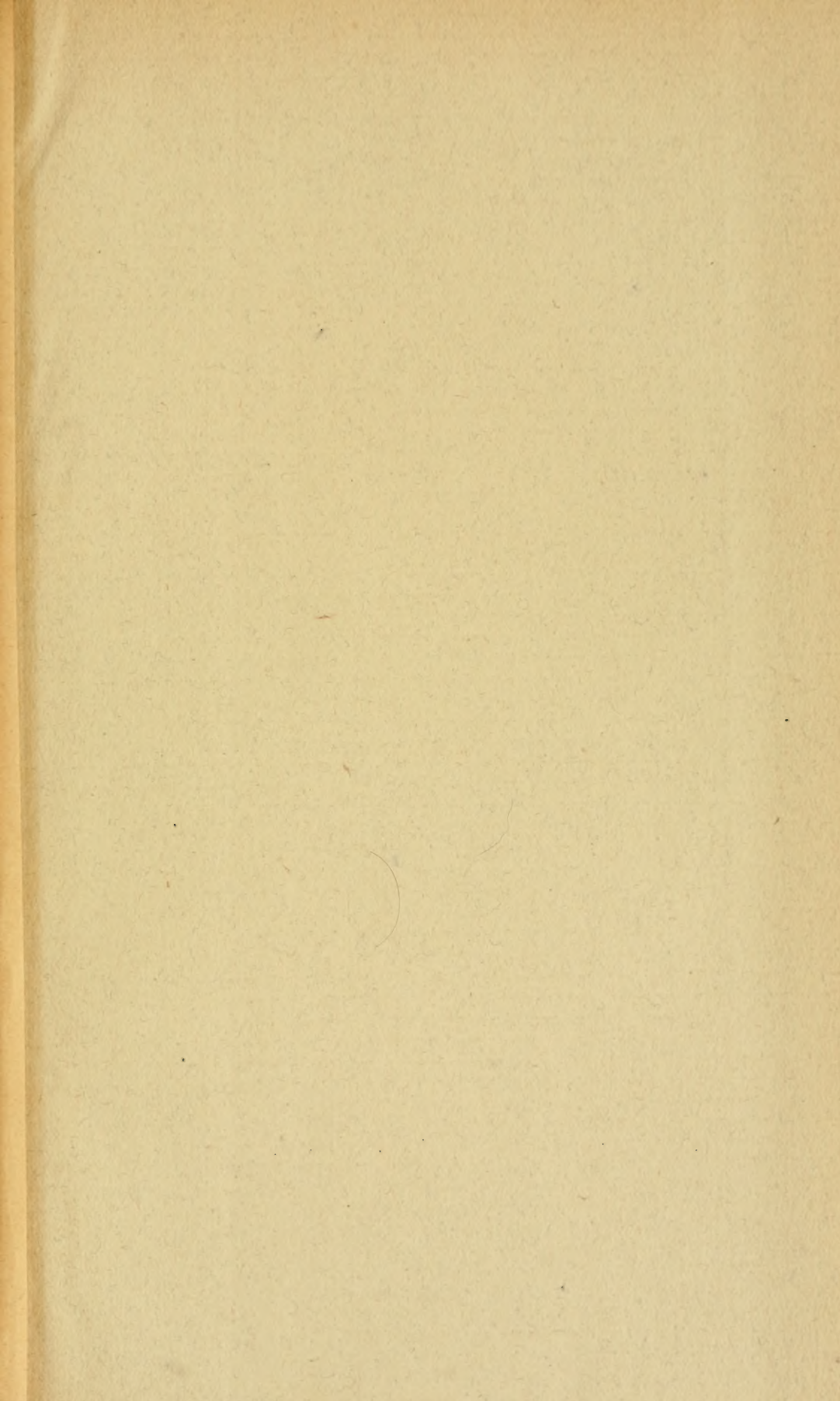












MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04453

1272

